



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL
SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN
EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ
HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

JULIACA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL
SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO
EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ
HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :


Dr. LEONEL SUÁSACA PELINCO

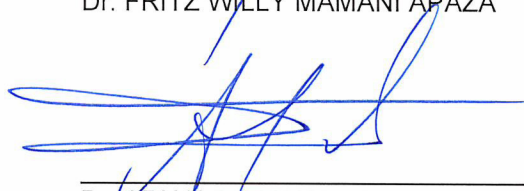
MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS :


Dr. ARNALDO YANA TORRES



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

OFICINA DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 004-2025-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 03 de enero del 2025

VISTOS:

El expediente N° 2024-014890 presentado por el (a) Bachiller, **KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES**, quien solicita nominación de jurados y Fecha y hora de sustentación de tesis, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller. **KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES**, con número de DNI. **70122275** y con número de matrícula **1520100059**, ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la tesis titulado: **DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.**, para optar el **GRADO** de **MAESTRO 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° 996-2024-USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N° 2227-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) titulado: **DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 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° 00075 de fecha 03 de enero del 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), del (la) Bach: **KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES**, para optar el **GRADO** de **MAESTRO 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. EFRAIN PARILO SOSA
Segundo miembro	: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Asesor	: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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

Fecha	: Martes 07 de enero del 2025
Hora	: 04:00 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



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02227-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 12 de diciembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-014159 de fecha 25 de noviembre de 2024, el (la) Bach. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, con DNI N° 70122275, código de matrícula N° 1520100059, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 001126-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 05 de diciembre 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°2024-014159 el (la) Bach. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024. Línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO 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. ARNALDO YANA TORRES; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según INFORME N° 001126-2024-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: DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024, presentado por el (la) Bach. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como ASESOR al (a) Dr. ARNALDO YANA TORRES.

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.



Dr. Leopoldo Vercesano Condoni Carr
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0996-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 25 de Julio de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-08147 de fecha 08 de julio de 2024, el (la) Bach. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, con DNI N° 70122275, código de matrícula N° 1520100059, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; INFORME N° 00187-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 19 de julio 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° 2024-08147 el (la) Bach. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.** Línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO 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 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**, 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° 00187-2024-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: **DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.** presentado por el (la) Bach. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al Mgtr. **ARNALDO YANA TORRES.**

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 Conaqui Cari
DIRECTOR (a)

DISTRIBUCIÓN:



DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE	1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70122275
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-3319-3914
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
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>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Caracoto Coordenadas Inicio Este: 381998.00 m E Coordenadas Inicio Norte: 8278579.00 m S Coordenadas Fin Este: 392356.00 m E Coordenadas Fin Norte: 8272492.00 m S</p>  <p>https://www.google.com/maps/dir/-15.5676783,-70.1013772/-15.6232396,-70.0042398/@-15.6108129,-70.0938118,12924m/data=!3m2!1e3!4b1!4m2!4m1!3e0?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDEwOC4wIKXMDSoASAFOAw%3D%3D</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la Construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES, identificado con DNI
Nro. 70122275, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO
ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA
CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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.

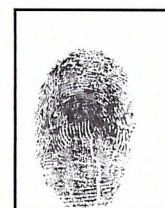
Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

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 14 de Enero del 2025

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A **Dios** por guiarme en el camino que me ha permitido concretar mi tesis. Su sabiduría y fortaleza me han sido de gran ayuda para superar los desafíos y alcanzar este importante logro.

A mis padres **Denhis Juan Mamani Almonte** y **Damiana Flores Condori**, quienes me han dado la vida y fortaleza para superarme en cada paso de este arduo camino. Les agradezco por quienes son; su apoyo y amor han sido fundamentales en la construcción de la persona que ahora soy.

A mi pareja **Edwin Yoel**, quien siempre ha sido mi pilar, brindándome seguridad, apoyo y amor en cada momento. No pude elegir mejor compañero de vida. Este logro es nuestro y de nuestro pequeño **Yaelito**, quien es la mayor fuente de inspiración para seguir alcanzando nuestros objetivos. No se imaginan cuanto los amo.

A mi hermano **Jhon Gary**, por su apoyo incondicional, quiero que sepas que siempre estare a tu lado, apoyándote en todo lo que te propongas, no lo olvides que siempre serás mi pequeño.



AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por darme la oportunidad de realizar este trabajo, así como por brindarme salud, perseverancia y motivación.

Con profundo respeto, quiero expresar mi sincero agradecimiento a los docentes de nuestra Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Su generosidad al compartir sus conocimientos ha dado sus frutos, contribuyendo de manera significativa al crecimiento y desarrollo de los ingenieros que están preparados para impulsar el avance de nuestro país.

Mi agradecimiento a mi guía de tesis, Dr. Arnaldo Yana Torres, por sus valiosas contribuciones y sugerencias que han sido fundamentales en el desarrollo de esta investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ABREVIATURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2.1 PREGUNTA GENERAL	15
1.2.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4. OBJETIVOS.....	19
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.7. HIPÓTESIS	20
1.7.1 HIPÓTESIS GENERAL	20
1.7.2 HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	20
1.8. VARIABLES E INDICADORES.....	21
1.8.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES	21
1.8.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	24
2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL.....	24
2.1.2 A NIVEL NACIONAL.....	27



2.1.3 A NIVEL REGIONAL O LOCAL-----32

2.2 BASES TEÓRICAS -----36

2.2.1 CARRETERAS-----36

2.2.2 CLASIFICACIÓN CONFORME AL TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA 38

2.2.2.1 Afirmado. -----38

2.2.2.2 Vías Pavimentadas.-----40

2.2.2.3 . Vías No Pavimentadas. -----42

2.2.3 SUELO:-----42

2.2.3.1 Características Físicas del Suelo. -----43

2.2.3.2 Propiedades de Desempeño -----47

2.2.3.3 Estabilización de Suelos. -----54

2.3 MARCO CONCEPTUAL -----58

2.3.1 ACEITE SULFONADO -----58

2.3.2 ADITIVO ESTABILIZADOR -----59

2.3.3 ESTABILIZACIÓN-----59

2.3.4 RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO -----59

2.3.5 SUELO -----60

2.3.6 SUELO – CEMENTO-----60

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN -----61

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN -----61

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN -----62

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN-----63

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN-----63

3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA-----64

3.6.1 POBLACIÓN-----64

3.6.2 MUESTRA -----64

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS-----65

3.7.1 TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN-----65

3.7.2 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN-----65

3.8 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN 66

3.8.1 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS-----66

3.8.2 CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS -----67



CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS -----68
4.1.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN-----68
4.1.2 ENSAYOS DE SUELO NATURAL DE AFIRMADO-----69
4.1.2.1 Calicata N° 01 Propiedades Físico – Mecánicas.-----70
4.1.2.2 Calicata N° 02 Propiedades Físico – Mecánicas.-----72
4.1.2.3 Calicata N° 03 propiedades físico – mecánicas.-----74
4.1.3 DISEÑO SUELO CEMENTO -----76
4.1.4 ESTABILIZACIÓN SUELO CEMENTO + ACEITE SULFONADO-----77
4.1.4.1 Durabilidad y Resistencia del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado.-----78
4.1.4.2 Durabilidad del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado en Proporciones Diferentes -----79
4.1.4.3 Resistencia del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado en Proporciones Diferentes -----80
4.1.4.4 CBR del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado en Proporciones Diferentes. -----81
4.2 PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS -----84
4.2.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL -----84
4.2.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO 01 -----87
4.2.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO 02 -----90
4.2.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO 03 -----93
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS-----96
CONCLUSIONES-----99
RECOMENDACIONES----- 101
REFERENCIAS ----- 102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de Variables.....	23
Tabla 2	Tamaños de partículas del suelo según su clasificación.....	44
Tabla 3	Categorización de materiales para vías según AASHTO.....	46
Tabla 4	Atributos de los suelos basados en el CBR.....	49
Tabla 5	Propiedades de permeabilidad en función de la textura del suelo.....	51
Tabla 6	Permeabilidad influenciada por la estructura del suelo.....	52
Tabla 7	Calicatas realizadas.....	69
Tabla 8	Síntesis de las características físico-mecánicas.....	70
Tabla 9	Probetas de suelo cemento.....	76
Tabla 10	Dosis optima de aceite sulfonado, según (MTC 2015).....	78
Tabla 11	Ensayo de humedecimiento y secado (Durabilidad).....	79
Tabla 12	Ensayo de resistencia a compresión.....	80
Tabla 13	Ensayos de proctor modificado y cbr.....	81
Tabla 14	Prueba de hipótesis general.....	84
Tabla 15	Resultados estadísticos hipótesis general.....	85
Tabla 16	Prueba de hipótesis específica 01.....	87
Tabla 17	Resultados estadísticos hipótesis específica 01.....	87
Tabla 18	Prueba de hipótesis específica 02.....	90
Tabla 19	Resultados estadísticos de hipótesis específica 02.....	90
Tabla 20	Prueba de hipótesis específica 03.....	93
Tabla 21	Resultados estadísticos hipótesis específica 03.....	93



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Limites de Atterberg 45

Figura 2 Tramo Emp. pe-3s (Caracoto) - Quivillaca - Emp. pu-947, tomado como muestra para la presente tesis. 69

Figura 3 Ensayo de clasificación de suelos 70

Figura 4 Ensayo de proctor modificado 71

Figura 5 Ensayo de CBR 71

Figura 6 Ensayo de clasificación de suelos 72

Figura 7 Prueba de compactación modificada Proctor 73

Figura 8 Ensayo De CBR..... 73

Figura 9 Ensayo de clasificación de suelos 74

Figura 10 Prueba de compactación modificada Proctor 75

Figura 11 Ensayo de cbr 75

Figura 12 Dosificación vs resistencia a compresión 77

Figura 13 Resultados de Humedeciendo- Secado 79

Figura 14 Resultados de resistencia a compresión 81

Figura 15 Proctor modificado - MDS 82

Figura 16 Proctor modificado - OCH 82

Figura 17 Ensayo de CBR..... 83

Figura 18 Diagrama para testear la hipótesis general 86

Figura 19 Diagrama para testear la hipótesis especifica 01 89

Figura 20 Diagrama para testear la hipótesis especifica 02 92

Figura 21 Diagrama para testear la hipótesis especifica 03 95



ABREVIATURAS

Las abreviaciones utilizadas en la presente tesis:

AASHTO:

American Association of State Highway and Transportation Officials.

ASTM:

American Society for Testing and Materials.

(EG - 2013):

Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

(EM - 2016):

Manual de Ensayo de Materiales.

NTP:

Norma Técnica Peruana.

SI:

Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado).

SUCS:

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

LL:

Limite Líquido.

LP:

Limite Plástico.

IP:

Índice de Plasticidad.

%W:

Porcentaje de Humedad.

MTC:

Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CBR:

California Bearing Ratio



RESUMEN

La investigación denominada "Determinación de la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024", el propósito de esta investigación es determinar la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado del tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024. El estudio se llevó a cabo siguiendo un enfoque cuantitativo y un tipo de investigación aplicada, ya que abarca en la recolección de datos. De acuerdo con los resultados de SUCS representa un suelo SC (arena arcillosa), asimismo según AASHTO es un suelo A.-2.-4(0), y con un IP promedio de 7.6%, con la inclusión de aceite sulfonado se aumentó la (MDS), se redujo el (HO). Se alcanzó incrementar el índice CBR desde 82.9% que es el valor del patrón de suelo cemento hasta 97.5%, 115.3% y 124.2% respectivamente, que son los valores de suelo cemento más la adición de aceite sulfonado, es decir se incrementó en un 117.6%, 138.7% y 149.8% , se logró incrementar resistencia a compresión desde 1.82 MPa que es la muestra patrón suelo cemento hasta 2.11 MPa, 2.43 MPa y 2.85 MPa que son muestras con adición de aceite sulfonado, asimismo también los porcentajes de durabilidad mejoraron, puesto que a más aporte de aceite sulfonado los porcentajes de desgaste en probetas de suelo cemento más la inclusión de aceite sulfonado disminuyeron desde un 15.4% hasta 14.2.5, 10.6%y 8.9% . Para concluir, podemos afirmar que la utilización de aceite sulfonado y cemento incrementa de manera eficaz la resistencia y durabilidad de un suelo, puesto que se consiguen elevar los indicadores de la máxima densidad seca, optimo contenido de humedad, CBR, resistencia a compresión y durabilidad.

Palabras clave: Aceite sulfonado, cemento, suelo, resistencia a compresión, CBR, durabilidad.



ABSTRACT

The research called "Determination of the durability and resistance of soil cement by adding sulfonated oil in the section of the Caracoto deviated Huata highway, in the city of Caracoto 2024", the purpose of this research is to determine the durability and resistance of soil cement by adding sulfonated oil of the section of the Caracoto deviated Huata highway, in the city of Caracoto 2024. The study was carried out following a quantitative approach and a type of applied research, since it covers data collection. According to the results of SUCS it represents a SC soil (clayey sand), also according to AASHTO it is a A.-2.-4 (0) soil, and with an average IP of 7.6%, with the inclusion of sulfonated oil the (MDS) was increased, the (HO) was reduced. The CBR index was increased from 82.9%, which is the value of the soil-cement pattern, to 97.5%, 115.3% and 124.2% respectively, which are the values of soil-cement plus the addition of sulfonated oil, that is, it increased by 117.6%, 138.7% and 149.8%; the compressive strength was increased from 1.82 MPa, which is the soil-cement pattern sample, to 2.11 MPa, 2.43 MPa and 2.85 MPa, which are samples with the addition of sulfonated oil. Likewise, the durability percentages also improved, since the more sulfonated oil was added, the wear percentages in soil-cement samples plus the inclusion of sulfonated oil decreased from 15.4% to 14.2.5, 10.6% and 8.9%. In conclusion, we can say that the use of sulfonated oil and cement effectively increases the strength and durability of a floor, since it is possible to increase the indicators of maximum dry density, optimal moisture content, CBR, compressive strength and durability.

Keywords: sulfonated oil, cement, soil, compressive strength, CBR, durability.



INTRODUCCIÓN

La calidad y durabilidad de las infraestructuras viales son fundamentales para el desarrollo económico y social de cualquier región. En el contexto de la provincia de Caracoto, el tramo de la carretera Caracoto Desvío Huata presenta un desafío en cuanto a la estabilidad y resistencia del suelo, lo que afecta directamente su funcionalidad y vida útil. En este sentido, la ingeniería civil ha recurrido a diversas técnicas de estabilización del suelo para la mejoría de las características de las carreteras.

El uso de suelo cemento ha sido ampliamente adoptado como una técnica económica y eficiente para la estabilización de suelos en proyectos viales. Sin embargo, se ha identificado que la resistencia y la durabilidad del suelo cemento pueden mejorarse mediante la adición de diferentes aditivos que optimicen sus propiedades. En este contexto, el aceite sulfonado ha mostrado ser un aditivo con potencial para incrementar la resistencia y durabilidad del suelo cemento, mejorando su desempeño bajo condiciones climáticas adversas y de tráfico pesado.

Este trabajo tiene como objetivo establecer la durabilidad y resistencia del suelo cemento al incluir aceite sulfonado, en el tramo de la carretera Caracoto Desvío Huata. A través de ensayos de laboratorio y un análisis técnico, se busca evaluar el impacto de este aditivo en las propiedades del suelo, proporcionando así una alternativa más eficiente para la estabilización de suelos en proyectos viales. Este trabajo no solo busca mejorar la infraestructura vial local, sino también ofrecer una solución viable y sostenible que pueda ser replicada en otros tramos viales con características similares.

La investigación se estructura en base a una serie de objetivos específicos que incluyen la caracterización del suelo utilizado, la estimación de la resistencia y durabilidad del suelo cemento con aceite sulfonado, así como la comparación de los resultados obtenidos con los estándares y normativas vigentes en ingeniería vial. Los resultados



esperados contribuirán a la optimización de las técnicas de estabilización de suelos y a la mejora de la calidad de las carreteras en la región de Caracoto.

En la primera parte del capítulo I, se realiza un análisis detallado de la problemática principal que se aborda en la investigación, destacando la relevancia del tema en cuestión. Además, se establecen claramente los objetivos que guiarán todo el proceso investigativo y se explica cómo se llevará a cabo la formulación operativa de las variables, lo que implica definir las de manera concreta y medible para su posterior análisis.

Por otro lado, el capítulo II, denominado marco teórico, es una sección clave en la que se realiza una exhaustiva revisión de los antecedentes previos y se consulta una amplia gama de fuentes bibliográficas que aportan el contexto necesario para comprender mejor el fenómeno estudiado. Este apartado no solo incluye una recopilación de estudios previos y teorías relevantes, sino que también sirve para fundamentar el enfoque conceptual de la investigación, proporcionando una base sólida sobre la cual se sustenta el trabajo.

En el capítulo III, dedicado a la metodología, se detallan de forma precisa los aspectos técnicos del estudio. Se describen el tipo de investigación que se ha elegido, el nivel de profundidad al que se pretende llegar con el análisis, y el diseño general de la investigación, el cual orienta todo el proceso. Además, se especifican los métodos y las herramientas que se utilizarán para la recolección de datos y para su posterior análisis, brindando una estructura clara y precisa para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados.

Por último, en el capítulo IV, que se enfoca en los resultados y la discusión, se presentan y analizan los hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación. En esta sección se lleva a cabo una síntesis de los datos recopilados, los cuales serán el fundamento principal para la elaboración de las conclusiones y recomendaciones finales.



CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El desarrollo de infraestructuras viales es un aspecto crucial para el crecimiento económico, la mejora de la conectividad y la optimización de las condiciones de vida de las poblaciones. En este sentido, los proyectos de construcción y mantenimiento de carreteras enfrentan desafíos técnicos y económicos derivados de las condiciones del suelo y el comportamiento de los materiales utilizados en su estabilización. Este contexto plantea un problema que no solo es de relevancia local, sino que se extiende a nivel nacional e internacional, debido a los impactos que tiene en la calidad de las infraestructuras viales y en la eficiencia de los recursos destinados a su mantenimiento.

A nivel internacional, la estabilidad del suelo y la mejoría de las cualidades del concreto en proyectos viales se ha convertido en un desafío clave para muchos países. En regiones de clima cálido y tropical, donde las condiciones del suelo tienden a ser inestables, la durabilidad y resistencia de las carreteras se ve afectada por la presencia de agua, la erosión y el desgaste producido por el tráfico vehicular. Países en desarrollo, especialmente en América Latina, África y Asia, han enfrentado problemas similares, adoptando técnicas como el uso de suelo cemento, que permite estabilizar suelos



marginales y mejorar sus propiedades mecánicas. Sin embargo, la durabilidad de estas soluciones sigue siendo un tema de debate, lo que ha llevado a la investigación de aditivos que puedan incrementar la resistencia de los materiales utilizados, como es el caso del aceite sulfonado.

En el ámbito nacional, el Perú enfrenta desafíos significativos en cuanto a la infraestructura vial, particularmente en áreas rurales y de difícil acceso. La provincia de Caracoto, ubicada en la región de Puno, es un claro ejemplo de estas dificultades, donde la calidad de las carreteras es una de las principales preocupaciones para el desarrollo económico y social de la zona. Las condiciones climáticas extremas, junto con suelos no homogéneos y la falta de tecnologías adecuadas, han generado problemas de durabilidad y resistencia en las carreteras existentes. A pesar de los esfuerzos del Estado para mejorar la infraestructura vial en diversas regiones del país, el uso de técnicas tradicionales de estabilización de suelos, como el suelo cemento, no ha logrado garantizar una durabilidad a largo plazo. En este contexto, la adición de aditivos como el aceite sulfonado podría representar una solución innovadora para mejorar las características del suelo cemento, lo que podría tener un impacto positivo en la calidad y vida útil de las carreteras nacionales.

A nivel local, el tramo de la carretera Caracoto Desvío Huata presenta problemas recurrentes concernientes con la durabilidad y resistencia del suelo, lo que afecta la seguridad y la eficiencia del transporte en la zona. La calidad del suelo en esta área no es adecuada para la construcción de una carretera duradera sin algún tipo de estabilización. La falta de una solución eficaz ha dado lugar a la necesidad de reparaciones frecuentes y al aumento de costos en el mantenimiento de la infraestructura vial. La investigación sobre la inclusión de aceite sulfonado al suelo cemento en este tramo específico de la carretera busca determinar si esta técnica puede mejorar significativamente la durabilidad y resistencia del material, reduciendo así los costos de mantenimiento y aumentando la vida útil de la infraestructura. La optimización de esta técnica podría ser un modelo aplicable en



otras zonas de la región con condiciones similares de suelo y clima, brindando una solución económica y sostenible a largo plazo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 PREGUNTA GENERAL

¿Cuál es la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024?

1.2.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS

1. ¿Cuánto es la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata?
2. ¿Cuánto es la resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvio Huata?
3. ¿Cuánto es el CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de comprender y evaluar los beneficios técnicos de la estabilización de suelos con cemento constituye el eje central de esta investigación. La estabilidad con cemento se plantea como una alternativa viable para la mejoría las propiedades de suelos de baja calidad, como los suelos arcillosos, que a menudo representan un desafío en la construcción de pavimentos. Estos suelos, debido a su naturaleza, pueden resultar inestables y generar problemas en la durabilidad y la resistencia de las estructuras construidas sobre ellos. Así, esta investigación se fundamenta en estudios previos que han explorado los efectos de la estabilización con cemento, con el objetivo de proporcionar una base sólida para su aplicación en proyectos de infraestructura vial, contribuyendo a la



optimización y mejora de las condiciones de los suelos y, por ende, de las construcciones sobre ellos.

1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La estabilidad en los suelos destinados a obras viales es un área clave en la ingeniería, ya que permite mejorar las propiedades y la durabilidad de los materiales utilizados. La teoría que respalda el uso de suelo cemento se basa en la capacidad de este material para ofrecer una mayor resistencia a la compresión y menor sensibilidad a los cambios de humedad, lo que lo hace adecuado para la construcción de pavimentos de bajo costo. Sin embargo, el rendimiento de los suelos cementados puede verse afectado por la variabilidad de las características del suelo, el clima y el tráfico vehicular.

El aceite sulfonado, como aditivo al suelo cemento, ha sido estudiado en diversas investigaciones debido a su potencial para mejorar la adherencia entre partículas de suelo y cemento, optimizando la resistencia a la humedad y aumentando la durabilidad del material. La teoría detrás de esta adición sugiere que el aceite sulfonado puede actuar como un plastificante y estabilizador, mejorando las propiedades del suelo cemento. Este estudio se enfoca en evaluar cómo esta combinación puede beneficiar la infraestructura vial en el contexto específico del tramo Caracoto Desvío Huata, proporcionando un análisis teórico que valida su uso para mejorar la calidad de las carreteras.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA

La investigación tiene una relevancia directa en la mejora de las infraestructuras viales en la región de Caracoto. El uso de suelo cemento con la inclusión de aceite sulfonado se presenta como una solución innovadora y viable para enfrentar los problemas de durabilidad y resistencia de las carreteras. Actualmente, los proyectos viales en la zona enfrentan desafíos como la erosión del pavimento, la insuficiente resistencia al desgaste y



el costo elevado de mantenimiento. Al incorporar el aceite sulfonado, se puede generar una mezcla más resistente y duradera, lo que se traducirá en una reducción en los costos de reparación y mantenimiento de la carretera.

Además, la evaluación de esta técnica permitirá proporcionar una alternativa de estabilización que pueda ser replicada en otros tramos viales con características similares, optimizando los recursos disponibles y mejorando la infraestructura vial en la región. Así, esta investigación tiene un claro impacto práctico en la mejora de la calidad de vida de los habitantes locales, al proporcionar una vía más segura y funcional.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Desde el punto de vista técnico, la estabilidad del suelo y su resistencia estructural son fundamentales para la durabilidad de las infraestructuras viales. La implementación de técnicas tradicionales de estabilización de suelos, como el uso de cemento, ha mostrado ser efectiva en muchos casos; sin embargo, la durabilidad del material está directamente relacionada con las características del suelo original y las condiciones ambientales del área. El uso del aceite sulfonado como aditivo busca mejorar la calidad de la mezcla, optimizando la cohesión entre el cemento y las partículas de suelo.

Técnicamente, la inclusión de aceite sulfonado se fundamenta en su capacidad para modificar las propiedades de la mezcla, aumentando la resistencia, reduciendo la absorción de agua y mejorando la flexibilidad del material. Este estudio tiene una justificación técnica sólida al explorar la mejora en las características del suelo cemento, lo que resulta en una carretera más resistente al paso del tiempo, a las inclemencias del clima y a las cargas vehiculares, lo cual es crucial para el mantenimiento de la infraestructura vial a largo plazo.



1.3.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La justificación económica radica en los beneficios que se pueden obtener a través de la implementación de una solución de bajo costo pero con altos resultados en términos de durabilidad. En el contexto de la carretera Caracoto Desvío Huata, los costos recurrentes asociados con el mantenimiento y reparación de la carretera debido a su baja resistencia y deterioro son una carga económica significativa para las autoridades locales y los usuarios. Al mejorar la calidad del suelo cemento mediante la adición de aceite sulfonado, se prevén menores costos de reparación y una vida útil más prolongada para la infraestructura vial.

Desde un punto de vista macroeconómico, la mejora de la infraestructura vial tiene un impacto positivo en el aprovechamiento del transporte, lo que favorece la eficiencia en los costos operativos y aumenta la productividad de los actores económicos locales. Este estudio presenta una solución económica y sostenible que puede contribuir al impulso de la región, mejorando las condiciones de transporte sin la necesidad de grandes inversiones iniciales, lo que permite optimizar el uso de recursos.

1.3.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La mejora de las infraestructuras viales repercute directamente en la calidad de vida de la población local. En la provincia de Caracoto, la carretera Caracoto Desvío Huata es un eje fundamental para el transporte de productos, la movilidad de los habitantes y el acceso a servicios básicos. Sin embargo, las condiciones actuales de la carretera afectan la seguridad vial y la eficiencia del transporte, lo que genera un impacto negativo en la vida cotidiana de los ciudadanos.

La implementación de una solución como el suelo cemento con aceite sulfonado no solo contribuiría a la durabilidad de la infraestructura, sino que también mejoraría la seguridad vial, reduciendo los accidentes y promoviendo una circulación más eficiente.

Además, al disminuir los costos de mantenimiento, los recursos públicos podrían ser destinados a otros proyectos de infraestructura, contribuyendo al bienestar general de la población. Este estudio, por lo tanto, tiene una justificación social sólida, ya que busca mejorar la conectividad y las condiciones de vida de los habitantes de la región, con un impacto significativo en la seguridad, la movilidad y la accesibilidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata.
2. Hallar la resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata.
3. Determinar el CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En este estudio, es crucial ya que se establecerá la durabilidad y resistencia del suelo cemento añadiendo aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, ubicada en la ciudad de Caracoto. Para lograrlo, es imprescindible entender las características de la muestra patrón (suelo cemento), con el objetivo de estabilizarla añadiendo 0.20lt/m^3 , 0.28lt/m^3 y 0.35lt/m^3 de aceite sulfonado, con el objetivo de incrementar la capacidad de soporte, durabilidad y resistencia compresiva, esto resultará



crucial ya que se cuenta con escasa información sobre estabilizaciones con cemento y aceite sulfonado. De igual manera, se ofrecerá datos útiles para las compañías del sector de la construcción y para los interesados en el asunto, ya que se ampliará su entendimiento acerca del uso del aceite sulfonado en estabilizaciones de materiales granulares, lo que representa una opción alternativa en proyectos que lo necesiten.

1.6. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La elaboración de esta tesis se desarrolló durante 4 meses, en las que se estructuraron con exactitud las tareas a llevar a cabo, comenzó con la recolección de datos esenciales para establecer el prototipo de suelo, las relaciones utilizadas en la mezcla y la cuantía de pruebas de laboratorio requeridas. Posteriormente, comenzó con la caracterización del suelo, determinación de la capacidad de soporte (CBR), se sometió a pruebas de resistencia compresiva y ensayos durabilidad.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1 HIPÓTESIS GENERAL

La durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024, LA DOSIS OPTIMA DE ACEITE SULFONADO SERÁ DE 0.20 LT/M3.

1.7.2 HIPÓTESIS ESPECIFICAS

1. La durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto, MEJORARAN CONSIDERABLEMENTE LA DURABILIDAD DEL SUELO ESTABILIZADO.



2. La resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata OPTIMIZARA EL ESFUERZO A COMPRESION.
3. El CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, MEJORARA SU CAPACIDAD SOPORTE

1.8. VARIABLES E INDICADORES

1.8.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

DURABILIDAD: La durabilidad es la fuerza de un material o estructura para mantener su funcionalidad y resistir las condiciones del entorno durante un periodo prolongado sin presentar fallos o deterioros significativos. En el contexto de la ingeniería civil, la durabilidad hace referencia a la resistencia de los materiales a factores externos como la humedad, la erosión, el tráfico vehicular y las variaciones climáticas. Un material duradero debe ser capaz de conservar sus propiedades mecánicas y estructurales a lo largo del tiempo, minimizando los costos de mantenimiento y reparación.

RESISTENCIA: Es la habilidad de un material para resistir tensiones externas sin romperse, deformarse o fallar. En ingeniería civil, la resistencia se mide mediante pruebas de compresión, tensión y flexión, y es uno de los componentes esenciales en la selección de materiales para proyectos de construcción. En el caso del suelo cemento, la resistencia se refiere a su capacidad para resistir cargas vehiculares, presión, compresión y otras sollicitaciones mecánicas que actúan sobre la infraestructura vial. Un material con alta resistencia es esencial para garantizar la estabilidad y seguridad de las estructuras viales.

SUELO: El suelo es una capa superficial de la corteza terrestre compuesta por partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. El suelo constituye el medio de soporte para diversas infraestructuras y vegetación. Desde el punto de vista de la ingeniería civil, el



suelo puede clasificarse según su composición (arcilloso, limoso, arenoso, rocoso) y su comportamiento mecánico. El tipo de suelo influye en las decisiones de construcción, ya que su capacidad para soportar cargas, su permeabilidad y su comportamiento ante variaciones de humedad son determinantes para la durabilidad y estabilidad de las obras.

SUELO CEMENTO: El suelo cemento es una mezcla de suelo natural y cemento, que se utiliza como material de base para la construcción de pavimentos y carreteras. Este compuesto se obtiene al mezclar suelo con un porcentaje adecuado de cemento y agua, y luego se compacta para formar una capa sólida, resistente y duradera. El suelo cemento es una técnica económica de estabilización del suelo que mejora la capacidad de carga del terreno, reduce la expansión y contracción del suelo y aumenta la resistencia a la abrasión y a la humedad. Es utilizado comúnmente en la construcción de pavimentos rurales y carreteras de bajo tráfico.

ACEITE SULFONADO: Son aditivos estabilizadores fundamentados en la nanotecnología, COMPUESTOS POR UNA COMBINACIÓN DE TENSIOACTIVOS CATIONICOS de origen vegetal. Realiza la compactación del terreno en un estado completamente irreversible, transformándolo en un material extremadamente resistente, impermeable y adaptable.

1.8.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CRITERIOS DE VALORACIÓN	INSTRUMENTOS	DISEÑO
VARIABLE INDEPENDIENTE	-Sumersión de muestras en agua	-Durabilidad de muestras de suelo cemento con adición de aceite sulfonado.	-Alto	-Laboratorio de mecánica de suelos	DISEÑO Experimental
		-Resistencia de muestras de suelo cemento con adición de aceite sulfonado.	-Medio	-Prensa a compresión de testigos	
		-Granulometría	-Bajo	-Notas de campo	
		-Límites de consistencia	-Cámara fotográfica		
VARIABLE DEPENDIENTE	-Parámetros de los suelos según normativa.	-Contenido de humedad de muestras	-Bueno	-Cuaderno de apuntes	ENFOQUE Cuantitativo
		-Proctor modificado	-Regular	-Exploración	
		-CBR de laboratorio	-Malo	-Toma de muestras	
		-Resistencia compresiva simple	-	-Verificación	
VARIABLE INDEPENDIENTE	-Control de calidad	-Humedecimiento secado	-	-Laboratorio de suelos	NIVEL Explicativo
		-	-	-Datos de campo	
		-	-	-Autobiografías	
		-	-	-Nota de campo	
VARIABLE DEPENDIENTE	-Estándares de calidad	-	-	-Análisis de documento	TIPO Aplicada
		-	-	-Cuadernos	
		-	-	-Cámara fotográfica	
		-	-	-	

Nota. En la tabla se muestra la operacionalización de variables de la presente tesis



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Para elaborar este trabajo de tesis, se han tomado en cuenta los trabajos de tesis previamente realizados, los cuales se describen a continuación.

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Según VALLE (2010) en su Tesis: "Tratamiento De Suelos Arcillosos Plásticos Con Mineralizadores En Ambientes Contaminados Por Sulfatos O Yeso", su estudio se enfocó en maximizar el beneficio del terreno en la presencia de sulfatos y yesos, utilizando métodos de estabilización apropiados. deduce que: La estabilización mediante RBI – 81 permite la exposición de la capa estabilizada, evitando la necesidad de cubrirla con una capa de zahorra o asfalto, lo que permite un ahorro de costos. Además, es una alternativa factible para la mejora de senderos o rutas rurales, o en sitios donde la estética paisajística es un factor relevante. El RBI – 81 ofrece un incremento notable en la resistencia (CBR), así como una disminución considerable de la plasticidad (Límites de Atterberg), así como un alargamiento de las capas estabilizadas. Los suelos estabilizados con RBI – 81, tienen la capacidad de funcionar como superficie de rodadura directa. De acuerdo con la



información suministrada por el proveedor del RBI – 81, se garantiza que la estabilidad de suelos ricos en sulfatos, con RBI – 81, no genera forma etringita. Esta información necesita ser expandida y ensayada.

Ademas Roldán de Paz (2010), ha presentado su trabajo: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DE SODIO (NaCl) PARA BASES Y SUB BASES", este trabajo lo presentó para obtener el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Su investigación se centró en la correcta intervención de los suelos para mejorar sus cualidades. En ciertos lugares de Guatemala, existen suelos que no son ideales para construir sobre ellos. Por ello, es indispensable recurrir a la estabilidad de suelos mediante métodos específicos que implican costos adicionales. Esta es la razón de que así sea. Existen circunstancias específicas en las que las bases y subbases de las vías están exhibidas a un clima excesivamente caluroso, lo que provoca la evaporación de la humedad necesaria para el proceso de densificación. El cloruro sódico, a menudo conocido como NaCl, es un componente que interviene en la prolongación del tiempo en que los suelos pierden humedad. Debido a su naturaleza higroscópica, es capaz de absorber la humedad del entorno y producir una capa blanca sobre ella. Esta capa sirve de impedimento, evitando que la humedad recogida se evapore a un ritmo más rápido. La incorporación de cloruro sódico al suelo produce un aumento de la DMS, al tiempo que reduce el COH. Como consecuencia, esto conduce a resultados ventajosos para los valores de CBR, que aumentan cuando los porcentajes de NaCl no superan el 2% en circunstancias esenciales. A pesar de ello, los resultados más positivos se observan cuando se reduce la humedad del suelo al tiempo que se aumenta el contenido de sal del mismo. Esto se debe al hecho de que la combinación de tierra y cloruro sódico da lugar a la formación de unos cimientos sólidos.

Asimismo TORO (2019) sustentó su tesis: Estudio De La Aplicación De La Técnica De Suelo-Cemento En La Estabilización De Vías Terciarias Colombianas Con Alto Contenido De Caolín, su investigación consistió en los pavimentos, los cuales están



conformados por una sucesión de capas de material granular, que tienen la misión de absorber y disipar las cargas producidas por el tráfico. La subrasante, la subbase, la base y la capa de rodadura son las capas que las componen. La capa de rodadura es la capa final, y es la directamente responsable de recibir el flujo vehicular. La absorción de cemento en el suelo natural, seguida de la combinación de cemento y agua para lograr un nivel suficiente de compactación del suelo, es un método que se utiliza con el fin de estabilizar el suelo. El objetivo de este método es mejorar los atributos físicos del suelo. En el contexto de una clase de arcilla, el propósito de este proyecto de investigación es investigar la técnica de combinación suelo-cemento y su actuación mecánica. Para el propósito de este esfuerzo, se utiliza caolín como tipo de suelo ya que es un mineral que se forma a partir de caolinita y es bastante estable. Además, se utiliza en la mezcla una amplia gama de porcentajes de cemento, que van del 0% al 12% en peso a granel. Para lograr este objetivo, se moldean cuerpos de prueba y se someten a ensayos para determinar su resistencia a la compresión, así como su tensión de compresión indirecta. Se tienen en cuenta periodos de curado de siete, catorce y veintiocho días para determinar si se produce o no un fortalecimiento o suavización de la rigidez a lo largo de estos intervalos. Con la intención de adoptar esta tecnología en suelos finos, incluso hasta el punto de cambiar la capa de subbase del pavimento si se alcanzan los parámetros requeridos altas resistencias, el objetivo de esta investigación es determinar el impacto que tiene el cemento en los suelos blandos.

Citando a CARDONA Y DIAZ (2012), de la UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, sustento la tesis: Estabilización de subrasantes arcillosas con aceite sulfonado CBR-PLUS y cemento, mediante la utilización de CBR- PUS de aceite sulfonado y cemento en un suelo arcilloso de Bogotá, el cual se encuentra ubicado sobre la vía Agoberto Mejía en la localidad de Kennedy - Corabastos, se pretendió analizar la influencia que tendría la utilización de estos materiales sobre las propiedades mecánicas del medio. Esta investigación se realizó con base en la categorización granulométrica del suelo que



se estaba utilizando para el examen, la investigación preliminar del CBR y las características de consistencia del suelo en su forma natural. A continuación, se determinaron las variaciones de las particularidades del suelo arcilloso mediante la adición del aceite sulfonado CBR-PLUS, producido por Goldenview. Finalmente, como último paso, se realizó una comparación entre las modificaciones en las características del suelo arcilloso que se produjeron al combinar cemento con CBR-PLUS. Se utilizaron estudios de laboratorio de granulometría, límites de consistencia (plasticidad, límite líquido y límite plástico) y capacidad portante del suelo - CBR.

Finalmente FONSECA, BECERRA, Y MUÑOZ, (2020) publicó el artículo: *Uso De Estabilizadores Para Suelos Arcillosos Una Revisión Literaria*, el objetivo era conseguir un suelo mejorado, que ha sido por excelencia un producto en constante evolución. Los estabilizadores son una opción frecuentemente esencial para mejorar las características y propiedades de los suelos en proyectos de movilidad. Es sabido que en este tipo de construcciones se utilizan materiales de préstamo o de canteras, y a menudo estos sitios se encuentran muy lejos del destino, lo que eleva considerablemente los costos, enfocando aquí el problema. Los propósitos de la investigación se centran en establecer la correlación entre las dosificaciones de los estabilizantes convencionales, exhibir los beneficios de sus características del suelo arcilloso mejorado tras ser estabilizado, a través de la comparación de dos casos de estudio previamente realizados y divulgar el beneficio de utilizar estabilizadores de suelos. El estudio es de naturaleza descriptiva, ya que se examinan y contrastan dos casos previamente estudiados, obteniendo el debate y la correlación entre sus hallazgos.

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

Como afirma Gutiérrez (2010) sustentó su tesis: *Evaluación De La Estabilización Química De Carreteras No Pavimentadas En El Perú, Con Un Enfoque En Las Ventajas Del Cloruro De Magnesio Sobre El Cloruro De Calcio*, el investigador basó su trabajo en la



comparación del cloruro cálcico y el cloruro magnésico, concluyendo así que: (a) El cloruro magnésico hexahidratado es una sal altamente higroscópica (H. R.=32%) que sería adecuada para zonas con climas bruscos; por lo tanto, no es adecuada para la costa peruana, ya que el suelo se sobrehidrataría, haciéndolo extremadamente resbaladizo. b) El cloruro cálcico, que tiene un valor H. R. de 42%, es una sustancia más adecuada para las condiciones climáticas del Perú. Es necesario contar con una gran cantidad de cloruro de magnesio para obtener altas concentraciones, lo que no ocurre con el cloruro cálcico. c) El cloruro cálcico es una alternativa inicial para la estabilización y apertura de caminos temporales ya que se ajusta a las necesidades de economía y durabilidad en regiones de la Costa Peruana. Esto representa una oportunidad para la construcción de carreteras temporales. La construcción de carreteras más lucrativas, como las carreteras de cloruro de calcio, que proporcionan cualidades técnicas, económicas y ambientales superiores, debe tener prioridad sobre las carreteras de bajo tráfico. Esto se debe a que las carreteras de cloruro cálcico ofrecen mejores características medioambientales. La construcción de carreteras más lucrativas, como las de cloruro cálcico, que ofrecen cualidades técnicas, económicas y medioambientales superiores, debería primar sobre las carreteras de poco tráfico. Esto se debe a que las carreteras de cloruro cálcico ofrecen mejores características medioambientales.

Como opina TUCTO, (2021) sustento la tesis: Estabilización de suelos con cloruro de sodio y cemento portland en la carretera departamental HIU – 108 tramo: Aeropuerto - Conchumayo - Churubamba, Huánuco, 2021, el objetivo de la presente tesis es alcanzar el título profesional de ingeniero civil de pavimentos en ingeniería de transporte. Esta investigación se realizó con la intención de determinar los efectos que tendría la inserción de cloruro sódico y cemento en la estabilidad de suelos en las fases de la carretera. En el proyecto de investigación se utilizó un enfoque científico y aplicado, que incluyó un diseño experimental y un grado de explicación. La población estuvo constituida por la carretera departamental, y la muestra se ubicó en un tramo de la carretera de 500 metros de longitud.



Los datos mostraron que la integración de 2% de cloruro sódico en el suelo resulta en un incremento del CBR del suelo, elevándolo de muy bueno a excepcional con una consistencia dura. Este resultado depende de la resistencia del suelo. Además, la inserción de 6% de cemento resulta en un aumento del CBR del suelo, lo que lo coloca en la categoría de buena subrasante con firmeza dura. Del mismo modo, fue posible establecer que la combinación de suelo con 6.0% de cemento y 1.0% de cloruro sódico presentó valores de CBR que oscilaron entre 173.0% y 338.30%, en comparación con 95% y 100% de MDS. Esta combinación también presentó una consistencia sólida de acuerdo con el ensayo de resistencia, lo que la convierte en una alternativa para la estabilización de suelos con dos elementos que estabilizan el suelo. Hemos llegado a la conclusión de que la integración de componentes estabilizantes como el cemento y el cloruro sódico tiene una influencia significativa en la estabilidad del suelo para la subrasante.

Desde el punto de vista de ARELLADO Y GONZALES, (2021) sustentaron la tesis: Porcentaje adecuado de Cemento Portland para la estabilización de suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito, en este proyecto se recomendó determinar el % de dosificación de cemento Portland para maximizar las características de los suelos en carreteras de bajo tránsito. Esto se basó en el tipo de suelo que se requería estabilizar, así como en las propiedades del agregado. Al tratarse de una investigación descriptiva y explicativa, se efectuó una recolección de datos de investigaciones relacionadas. Estos estudios capturaron datos geotécnicos del suelo en su forma natural, así como del suelo que se ha mejorado mediante la adición de diferentes proporciones de cemento. Como resultado de la determinación de las propiedades físico-mecánicas del material, se descubrió que había suelos que iban desde una condición regular hasta excelente, eficientes para la constructiva de carreteras, y cuya codificación de suelos según la AASHTO correspondía a A-1, 2 y 3. Por otro lado, había suelos inoportunos e insuficientes, que eran de uso peligroso en una estructura pavimentada debido a su alta sensibilidad al agua, como A-4, 5, 6 y 7. Como consecuencia, se requirieron mejoras mediante la



incorporación del agente estabilizante, cuyas dosificaciones se establecieron en dosis que oscilaban entre el 1% y el 20%. El resultado fue un aumento de la resistencia del suelo y una disminución del IP. Se determinó el grosor de reposición del material de suelos que tenían un valor de CBR de diseño que no superaba el 6%. al final, se determinó el grosor de la capa de consolidación que se producía en carreteras con Nrep que alcanzaban hasta 300.000 EE. Este espesor se alcanzó tanto sin adición de cemento Portland como con ella.

Según GAMARRA Y LEON , (2021) sustento la tesis: Investigación sobre el impacto del aceite sulfonado y cemento en la capacidad de soporte de suelos de afirmado, Socchabamba, Ayabaca 2021, con la finalidad de adquirir el título profesional en ingeniería civil, es la tesis que sustento. El aceite es una sustancia que tiene la capacidad de conducir la electricidad. Se obtiene en la región naftalina del carbón y se genera a partir de sulfuros y ácidos que, al reaccionar con partículas de arcilla, generan una reacción que dura mucho tiempo. Con el fin de establecer la capacidad portante de Socchabamba, Ayabaca 2021, el objetivo de este estudio es determinar la influencia que tiene el petróleo sulfonado y el cemento en los suelos que se han confirmado. Se ha tomado en consideración como Socchabamba, Joras Mostazas, y Giclas, sirviendo de ejemplo el afirmado obtenido. Se ha encontrado que según el SUCS, es un suelo GC, que es un suelo arcilloso de grava con arena. Sin embargo, según la AASHTO, se trata de un suelo A-2,4, que tiene un índice de plasticidad del 8% y un contenido de humedad del 9,30%. Se consiguió un aumento de la densidad seca máxima (DMS) mediante la utilización de aceite sulfonado y cemento, mientras que se logró una disminución del contenido de humedad óptimo (HO). Con respecto al valor original, el índice CBR pasó del 47,3% al 91,2%, 121,0% y 136,3%, lo que representa un aumento del 192,8%, 255,8% y 288,1% respectivamente. Como conclusión, podemos confirmar que la utilización de aceite sulfonado y cemento es capaz de mejorar eficazmente la capacidad portante. Esto se debe a que aumentan los indicadores de densidad seca máxima, humedad óptima e índice CBR.



Finalmente CUEVA Y CHANG, (2019) sustentaron la tesis sobre la estabilización de suelos arenosos mediante la incorporación de cenizas volantes de carbón y cemento tipo I para cimentación superficial en el asentamiento de Villa los Jardines, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Chimbote. Con fines de cimentación superficial, el objetivo principal fue evaluar el grado en que los suelos arenosos podrían ser estabilizados mediante la incorporación de cenizas volantes y cemento tipo I, respectivamente. La población de esta zona era el público objetivo de este estudio, que se llevó a cabo con la intención de reducir los impactos no deseados que este tipo de terreno tenía en sus vidas. Además, la utilización de las cenizas volantes de carbón que se descubrieron en las zonas exteriores del asentamiento de Villa los Jardines se utilizó con la intención de reutilizarlas, lo que tendría consecuencias positivas tanto para la comunidad como para el medio ambiente. El enfoque que se utilizó aquí es de carácter cuasi-experimental. La muestra se tomó de la Mz-D, que tenía una superficie de 1.146,10 metros cuadrados, mientras que el suelo de la A.H Villa Los Jardines tenía una superficie de 164.903,75 metros cuadrados. Los instrumentos utilizados se rigen por una serie de normas, entre ellas el RNE, la NTP, la norma MTC. Estas normas se rigen por el Reglamento Nacional de Construcción. La MDS, el ángulo y la capacidad portante fueron evaluados mediante el uso de dos pozos de ensayo que se realizaron en el A.H Villa Los Jardines. Los resultados del suelo natural con respecto al ángulo de fricción fueron de 28,78 grados, y su capacidad portante fue de 1,45 kilogramos. El suelo natural más un 10.0% de cenizas volantes mostró un aumento del ángulo de fricción de 34,570 grados, y su capacidad portante fue de 4,66 kilogramos por centímetro cuadrado. El tipo de suelo natural más 10% de cemento mostró los mismos resultados. Tras añadir un 10% de cenizas volantes y un 10% de cemento al suelo, el ángulo de fricción de la mezcla creció 37,59 grados, y la capacidad portante de la mezcla aumentó a 6,02 kilogramos por centímetro cuadrado. Yo tuve un aumento de 31,602 grados y una capacidad portante de 3,802 kg/cm². Según la norma E.050 y las modificaciones correspondientes de las normas ASTM C25 y ASTM C150, las características físicas y mecánicas del suelo son las que mejoran su capacidad portante.



Esto, a su vez, evita los asentamientos provocados por la distorsión angular que se produce como resultado de la interacción entre el suelo y la estructura.

2.1.3 A NIVEL REGIONAL O LOCAL

Según GUEVARA (2017), en su tesis titulada «Proceso para optimizar las características resistentes de los suelos mediante la adición de residuos industriales en proyectos de carreteras en Juliaca », los autores han señalado en sus conclusiones que: La construcción de carreteras requiere de la utilización de suelos de alta calidad, por lo que se han establecido normas y reglamentos que especifican el tipo de suelos a utilizar y las propiedades que estos poseen. A pesar de ello, es frecuente que el ingeniero no localice suelos adecuados, lo que da lugar a la existencia de tres opciones distintas: o bien aceptar el suelo en su estado actual, teniendo en cuenta que su utilización requerirá actuaciones adicionales para conseguir la calidad del diseño que se ha realizado; alternativamente, si no se elimina el suelo, sustituirlo por otro que que tenga las propiedades correctas; o finalmente, ajustar las características y propiedades es del mismo suelo. Por otro lado, el impulso hacia el reciclaje de materiales es absolutamente necesario ya que demaciados materiales, una vez utilizados, pueden ser reutilizados. Sin embargo, muchos de estos elementos se abandonan cerca de las nuevas estructuras, lo que ocasiona importantes daños a la ecología de la zona circundante. No obstante, el sector de la construcción es responsable de la generación de basura, que requiere una gestión adecuada y suele tener efectos negativos en el medio ambiente. Algunos ejemplos de residuos son los restos de mezclas asfálticas, los desechos de ladrillos, los desechos de aceites y lubricantes de las máquinas y otros residuos diversos. En general, estos residuos se abandonan en cualquier parte de la ciudad; se trata de un problema que hay que tratar cuanto antes. Utilizar una selección previa de compatibilidad, adicionándolos en cantidades adecuadas a suelos, con el fin de mejorar sus propiedades resistentes y utilizarlos en la construcción de vías, con el objetivo de evitar ascendentes daños al ambiente, es el objeto



del presente estudio. El objetivo de este estudio es abordar el problema de la eliminación de residuos industriales.

SALAS, (2018) sustentó su tesis: Aplicación de aditivo de cemento y Terrasil en la estabilización de suelos para el mejoramiento de la base en el tramo KM 11+000 al KM 9+000 de la carretera Puno - Tiquillaca – Mañazo, dentro de sus conclusiones han expresado que: Los suelos de «Lumpoorcco», situada en la carretera Puno - Tiquillaca Mañaca, desde el kilómetro 9+000 hasta el kilómetro 11+000, se caracterizan por poseer arenas bien gradadas con gravas de las clasificaciones Sucs (SW) y Aashto (A-3). El (IP) medio del suelo es de 10,26%, la densidad (Ds) media del suelo es de 1,65 gr/cm³, y el CBR medio al 100% es de 39,58%. La utilización del cemento y del aditivo terrasil para este fin facilita la obtención de los resultados deseados de cualidades mecánicas adecuadas y se ajusta a las exigencias del MTC. La elección del cemento como medio para mejorar las cualidades de los suelos «Lumpoorcco» se ha hecho ya que el cemento es un material aglutinante, disminuye la susceptibilidad del suelo al agua, ofrece una alta capacidad portante y su mezcla es sencilla; las pruebas realizadas con la adición de 2% y 4% de cemento en relativa con peso del suelo mezclado. Por ejemplo, el índice de plasticidad (Ip) ha alcanzado una media del 6,19% en la (Ds), con un valor de 2,009 gr/cm² en el AL 100% CBR del 65,807%. Este es sólo un ejemplo de los resultados superiores y superiores que ha producido el suelo natural al que se ha añadido un 4%. Los criterios en cuestión son superiores a los sugeridos por el MTC. La adición de Terrasil es una opción eficaz para la consolidación del suelo. Se trata de una formulación líquida enzimática natural, no tóxica y biodegradable que cataliza la descomposición de los componentes orgánicos del suelo. Terrasil es una solución excelente. Se ha añadido a razón de 5 y 10 gramos por kilogramo de suelo, y es un producto de alto rendimiento, rentable y completamente natural que también es bueno para el medio ambiente. La adición de 10 gramos por kilogramo de suelo natural ha dado lugar a mejores resultados, como lo demuestran el (Ip), que ha alcanzado el 6,704%, la DS de 1,909 gr/cm³, y el CBR al



100.0% del 61,370%, valores todos ellos superiores a los aconsejados por el MTC. Se ha demostrado que los cementos portland ASTM tipo IP, cuando se combinan con la adición de terrasil, son aceptables para su uso como agentes estabilizantes del suelo, lo que resulta en resultados favorables de estas aplicaciones. En lo que respecta al cemento, la inclusión del 4.0% ha producido resultados superiores a los aconsejados por el MTC. Por otro lado, la adición de terrasil, que consiste en añadir 10 gramos a cada kilogramo de suelo, ha producido resultados igualmente superiores a los recomendados por el MTC.

JIMENEZ Y MACHACA brindaron asistencia para su tesis, titulada «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUBSUELO EN LA ZONA AZÁNGARO - SANTA MARÍA». El objetivo principal de la investigación es determinar en qué medida la utilización de cemento tipo I como estabilizante en el proceso de estabilización de suelos contribuye a mejorar las cualidades físicas y mecánicas del subsuelo en la región de Azángaro - Santa María. Para su análisis, la técnica de investigación será descriptiva, y se realizará a través de la recolección de datos y material de naturaleza cualitativa y cuantitativa. Tras la toma de muestras y posterior ensayo de laboratorio en mecánica de suelos, se concluye que el suelo de cimentación está constituido por un material insuficiente por su capacidad portante, las cualidades geotécnicas que se van a utilizar para las diferentes necesidades del proceso constructivo, y las que se van a utilizar para el proceso constructivo. Finalmente, se lleva a cabo un análisis exhaustivo del comportamiento de las características físicas y mecánicas de los suelos estabilizados mediante el sistema propuesto. Este análisis compara las diferencias en las propiedades de los suelos antes y después de la estabilización. Según los resultados obtenidos, se concluye que el uso del cemento Portland tipo I como estabilizador de suelos tiene un impacto positivo en el desempeño estructural de las carreteras de la región de Azángaro - Santa María, especialmente en lo que respecta a las iniciativas de mantenimiento vial. A nivel de desempeño estructural, se verificó que el cemento Portland



tipo I, al ser utilizado como estabilizador, contribuye significativamente a mejorar la calidad y durabilidad de los suelos, lo que, a su vez, optimiza la resistencia y la funcionalidad de las infraestructuras viales en la zona.

HANCCO, (2021) sustentó la tesis titulada «Estudio sobre la estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para la optimización de la subrasante en la Av. Santa Rosa, Puno, 2021» El objetivo de esta tesis de investigación fue mejorar las propiedades del suelo. El objetivo principal de la tesis fue reducir la plasticidad (IP) del suelo e incrementar su resistencia portante (CBR) para hacer posible el uso de subrasantes en dicha avenida. Esto se hizo teniendo en cuenta la transición de una subrasante inadecuada a una subrasante regular. La técnica de estudio que se utilizó fue de diseño experimental, y los resultados se obtuvieron mediante investigaciones realizadas en el laboratorio sobre suelos. Así, se obtuvieron resultados con un IP superior al 18.0%, el CBR con 1,60%, una DSM de 1,55gr/cm³, y un OCH de 22,490%, que se clasificó como suelo limoso de alta plasticidad. Sin embargo, al añadir cal y cemento con cantidades de proporcionales del 1.0%, 2.0% y 3.0%, se registraron cambios significativos en su CBR con un 11,10% con la menor proporción de cal y cemento, y se disminuyó el IP inicial en un 1% para alcanzar los resultados deseados. La conclusión que puede extraerse de ello es que la inclusión de cal y cemento en mayores cantidades da lugar a un incremento de CBR del suelo, al tiempo que reduce su flexibilidad.

Finalmente ZAPANA, (2022), sustento la tesis: «Estabilización de suelos arcillosos con polímeros reciclados a nivel de subrasante de la carretera que une el C.P. de Santa María con la AV. Circunvalación del distrito de San Miguel - San Román - Puno». El objetivo de esta tesis fue obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Mediante la utilización de polímeros reciclados como subrasante, el objetivo de esta investigación fue lograr la estabilización de suelos arcillosos. Teniendo en cuenta este objetivo, se propusieron dosis de 1% y 3% para tres fosas, con una distancia de 500 metros entre cada una de ellas. A continuación, cada una de ellas se evaluó en comparación con un suelo estándar mediante



las numerosas pruebas mínimas necesarias, durante las cuales se controló continuamente el valor CBR obtenido con cada dosificación. Debido a que los valores de CBR al 95 y al 100% de la densidad seca máxima eran superiores al 6.0% que el MTC exige para que una subrasante se considere óptima, se concluyó que la dosis adecuada para las tres fosas era del 3%. Como consecuencia de ello se obtuvieron los siguientes resultados 8,56%, 8,26% y 8,60% que corresponden al 100.00% de la DSM, y 6,70%, 6,10% y 6,50% que corresponden al 95% de la DSM en las tres fosas. a la luz de lo anterior, es posible extraer la conclusión de que los polímeros reciclados, cuando se aplican a una dosis del 3%, estabilizan los suelos arcillosos, maximizando así sus propiedades mecánicas (humedad ideal, densidad seca máxima y CBR).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 CARRETERAS

Las carreteras son infraestructuras de transporte terrestre diseñadas para facilitar el desplazamiento de vehículos entre distintos puntos, garantizando la conectividad de las regiones y promoviendo la circulación de personas y bienes. Están conformadas por una estructura de pavimento (asfalto, concreto o materiales estabilizados) que debe ser diseñada para soportar el tráfico vehicular, resistir condiciones climáticas adversas y ofrecer seguridad y confort a los usuarios (Gutiérrez, 2010). Las carreteras pueden variar según su categoría, como rurales, urbanas o de alta capacidad, y son esenciales para el desarrollo económico, social y territorial, ya que permiten el acceso a mercados, servicios y otras infraestructuras clave. Además, su construcción y mantenimiento requieren de un diseño y planificación adecuados para asegurar su durabilidad y funcionalidad a largo plazo.

Además, las carreteras son fundamentales para la economía y el desarrollo de una región, ya que facilitan el transporte de bienes y personas. Pueden ser pavimentadas o no



pavimentadas, y en el caso de las pavimentadas, se utilizan materiales como el asfalto o el concreto para asegurar la durabilidad y el confort en el desplazamiento.

Características de una Carretera:

1. Superficie de Rodadura: La superficie de la carretera está compuesta por una capa de pavimento o material estabilizado que ofrece una superficie de tránsito resistente, cómoda y segura para los vehículos. Las carreteras pueden ser pavimentadas (asfalto o concreto) o no pavimentadas (afirmadas o de tierra). Las pavimentadas son las más comunes en zonas urbanas y en carreteras de alto tráfico.

2. Elementos de Diseño Vial:
 - Carriles de circulación: La carretera está dividida en uno o más carriles para el paso de vehículos en ambas direcciones (en algunos casos, con carriles exclusivos para ciertos tipos de vehículos, como autobuses o bicicletas).
 - Intersecciones y cruces: Son los puntos donde las carreteras se cruzan con otras rutas o caminos. Pueden ser simples cruces de calles, rotondas o complejos intercambiadores de alto nivel (autopistas).
 - Banquinas y aceras: Son las áreas a los costados de la carretera que sirven como espacio de seguridad para vehículos detenidos y peatones, y también permiten el drenaje del agua de lluvia.
 - Señalización y marcas viales: Las señales de tráfico, tanto verticales (señales de tráfico como semáforos y señales de límite de velocidad) como horizontales (líneas en la superficie de la carretera), son fundamentales para la seguridad vial y para guiar el tránsito de manera eficiente.

3. Infraestructura Complementaria:



- Puentes y túneles: Son estructuras necesarias cuando la carretera necesita atravesar obstáculos geográficos, como ríos, valles o montañas.
 - Sistemas de drenaje: Las carreteras deben contar con un sistema de drenaje adecuado para evitar que el agua se acumule sobre la superficie de rodadura, lo que podría causar daños en el pavimento o hacer más peligrosas las condiciones de circulación.
 - Cunetas y alcantarillas: Sirven para recoger el agua de lluvia y dirigirla fuera de la carretera, evitando la erosión o el desgaste prematuro del pavimento.
4. Seguridad y Mantenimiento: El diseño de una carretera debe contemplar medidas para reducir los riesgos de accidentes, como la creación de curvas amplias, visibilidad adecuada, barreras de seguridad, iluminación en tramos de alto tránsito y señalización adecuada. Además, las carreteras requieren de un mantenimiento periódico para reparar daños ocasionados por el tráfico, las condiciones climáticas o el desgaste natural de los materiales.

2.2.2 CLASIFICACIÓN CONFORME AL TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA.

2.2.2.1 Afirmado.

El afirmado es un proceso de construcción de pavimentos de bajo costo utilizado principalmente en carreteras rurales y caminos secundarios. Consiste en la aplicación de una capa de material granular, como arena, grava, o piedra triturada, que se compacta sobre el terreno natural para crear una superficie de tránsito. El objetivo del afirmado es mejorar la capacidad de carga y la estabilidad del terreno, proporcionando una base sólida y uniforme para el paso de vehículos. Aunque no tiene la dureza ni durabilidad de los pavimentos asfaltados o de concreto, el afirmado es una solución económica y rápida que permite el acceso y la circulación en zonas donde las condiciones del suelo o el tráfico no justifican una pavimentación completa. En algunos



casos, el afirmado puede ser complementado con tratamientos superficiales como el riego con emulsiones de asfalto para mejorar su resistencia y prolongar su vida útil. (MTC, 2014)

El afirmado es un tipo de construcción vial que consiste en la preparación y compactación de una capa de material granular o semi-granular sobre la cual se realizan las capas de rodadura, como el asfalto o el concreto. El afirmado se utiliza en la construcción de caminos y carreteras, especialmente en áreas rurales o en carreteras de menor jerarquía, donde no se requiere de pavimentación con materiales más costosos como el asfalto o el concreto.

En términos generales, el afirmado implica la colocación de una capa de materiales que pueden ser de naturaleza diversa, como grava, piedra triturada, arena, o una mezcla de estos, que se compactan adecuadamente para proporcionar una superficie estable y resistente al paso de vehículos. Esta capa tiene como función proporcionar una base sólida sobre la cual se podrá realizar el pavimento o, en su defecto, ser utilizada como una capa de rodadura en caminos de uso más ligero.

Características del Afirmado:

1. **Composición:** Está formado por una mezcla de materiales granulares, tales como grava, arena, tierra estabilizada o una combinación de estos. En algunos casos, se utilizan aditivos para mejorar la estabilidad y durabilidad del material.
2. **Estabilización:** El proceso de estabilización de los materiales, que puede incluir el uso de cal, cemento u otros estabilizantes, es clave para mejorar las propiedades mecánicas del afirmado y asegurar su durabilidad frente a las condiciones climáticas y el tránsito.
3. **Compactación:** La compactación del material es fundamental para garantizar que la capa afirmada tenga la resistencia adecuada y no se degrade fácilmente con el



- paso del tiempo. Se utiliza maquinaria pesada, como rodillos o compactadores, para este proceso.
4. Función estructural: El afirmado actúa como una base de soporte para la capa de rodadura (en pavimentos de concreto o asfalto) o como una capa de rodadura en caminos sin pavimentar, proporcionando una superficie de tránsito funcional.
 5. Durabilidad y Mantenimiento: Aunque el afirmado proporciona una superficie resistente, está más expuesto a desgaste y erosión debido a factores climáticos, como la lluvia o las heladas, lo que requiere mantenimiento periódico para asegurar su funcionalidad.

2.2.2.2 Vías Pavimentadas.

Las vías pavimentadas son aquellas infraestructuras viales cuya superficie está cubierta por un material resistente y duradero, como asfalto, concreto u otros tipos de pavimentos, con el objetivo de proporcionar una circulación fluida y segura para los vehículos y peatones. A diferencia de las vías sin pavimentar o afirmadas, las vías pavimentadas ofrecen una mayor capacidad de carga, mejor adherencia, mayor durabilidad y resistencia frente a condiciones climáticas adversas, como lluvias, temperaturas extremas y humedad. El pavimento también reduce la formación de baches y otros daños causados por el desgaste del tráfico y las condiciones meteorológicas, lo que contribuye a una mayor seguridad vial y menor costo de mantenimiento. Las vías pavimentadas son esenciales en zonas urbanas y de alto tráfico, así como en rutas interurbanas que requieren una infraestructura adecuada para soportar un elevado volumen de vehículos y facilitar la conectividad y el desarrollo económico. (Rondon Quintana & Reyes Lizcano, 2015)

El pavimento de una vía tiene como principal objetivo ofrecer una superficie resistente que garantice la seguridad y comodidad de los usuarios, reduciendo la



fricción, las vibraciones y los daños en los vehículos. Además, contribuye a la durabilidad de la vía, ya que protege las capas inferiores del camino (como el subrasante o el subbase) de la humedad, el desgaste y las tensiones generadas por el tránsito constante.

Tipos de Vías Pavimentadas:

Las vías pavimentadas se pueden clasificar según el tipo de material utilizado en su construcción, entre los más comunes se encuentran:

1. **Vías Asfaltadas (Pavimento Asfáltico o Bituminoso):** El pavimento asfáltico es una mezcla de agregados (como grava y arena) y un material bituminoso, que puede ser asfalto o un betún modificado, que se aplica en caliente sobre la base del camino. Este tipo de pavimento es común en muchas carreteras urbanas y rurales debido a su costo relativamente bajo, facilidad de construcción, capacidad para soportar el tráfico pesado, y la flexibilidad que proporciona para adaptarse a las deformaciones del terreno.
2. **Vías de Concreto (Pavimento de Hormigón):** Las vías pavimentadas con concreto (hormigón) son aquellas que utilizan una mezcla de cemento, agua y agregados, que se vierte sobre una base compactada. Este tipo de pavimento es más duradero y tiene una mayor resistencia a la deformación y a las cargas de tráfico pesado. Las carreteras de concreto suelen ser más costosas en su construcción inicial, pero tienen una vida útil más larga y requieren menos mantenimiento en comparación con el asfalto.
3. **Vías de Pavimento Combinado:** Algunas carreteras utilizan una combinación de pavimentos, como una capa de asfalto sobre una base de concreto o una base estabilizada. Esto permite aprovechar las ventajas de ambos materiales, en términos de costos y durabilidad.



2.2.2.3 . Vías No Pavimentadas.

Las vías no pavimentadas son aquellas infraestructuras viales cuya superficie no está cubierta por materiales resistentes y duraderos como asfalto o concreto. En lugar de ello, están formadas por capas de tierra, grava, arena o materiales naturales que se compactan para formar una superficie de tránsito. Estas vías son comúnmente utilizadas en zonas rurales o en áreas donde el tráfico vehicular es limitado y no justifica la inversión en pavimentación. Las vías no pavimentadas tienen un costo de construcción y mantenimiento más bajo en comparación con las pavimentadas, pero son más susceptibles al desgaste y deterioro debido a factores como la erosión, el agua de lluvia, el paso de vehículos y las condiciones climáticas adversas (Gutiérrez, 2010).

La principal desventaja de las vías no pavimentadas es su menor durabilidad y la mayor cantidad de mantenimiento necesario, especialmente en temporadas de lluvia, cuando pueden formarse baches o charcos. Sin embargo, son una solución viable para áreas donde el presupuesto es limitado o donde el tráfico es bajo, y pueden ser mejoradas mediante técnicas de estabilización de suelos o el uso de materiales de afirmado para aumentar su resistencia y funcionalidad.

2.2.3 SUELO:

El suelo es una capa superficial de la corteza terrestre formada por una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Es el sustrato sobre el cual se desarrollan las plantas y en el que se construyen las infraestructuras. En términos geotécnicos y de ingeniería civil, el suelo es considerado como el material sobre el que se basan muchas de las estructuras, como edificios, carreteras y puentes. Su composición y características varían según el tipo (arcilloso, arenoso, limoso, rocoso, entre otros), y su comportamiento ante cargas y condiciones ambientales es esencial para garantizar la estabilidad y seguridad de las construcciones. (CRESPO VILLALAZ, 2004)



Los suelos tienen propiedades que afectan su uso en proyectos de construcción, como la capacidad de carga, la permeabilidad, la plasticidad y la cohesión. En el ámbito de la construcción de infraestructuras viales, el comportamiento del suelo es crucial, ya que influye en la elección de las técnicas de estabilización o tratamiento necesarias, como el uso de cemento o aditivos. La capacidad de un suelo para resistir la compresión, la expansión o la contracción debido a cambios de humedad o temperatura, determina su idoneidad para proyectos de pavimentación y otras obras de infraestructura.

2.2.3.1 Características Físicas del Suelo.

a) Análisis Granulométrico

La determinación de la distribución granulométrica de un material granular, como tierra, arena, grava o piedra triturada, puede llevarse a cabo mediante un proceso de laboratorio conocido como análisis granulométrico. Este análisis es esencial en los campos de la ingeniería civil y geotécnica porque ofrece información exhaustiva sobre la composición y las características del material. Esta información permite evaluar la idoneidad del material para diversas aplicaciones, como la construcción de pavimentos, cimentaciones y otras infraestructuras.

El análisis granulométrico se realiza por medio del procedimiento de tamizado de una muestra del material a través de una serie de tamices con aberturas de diferentes tamaños, que separan las partículas en diferentes grupos según su tamaño. Los resultados del análisis se expresan generalmente en términos de porcentaje de material retenido en cada tamiz, lo que permite determinar la distribución de las partículas en diferentes fracciones, como finos, arenas, gravas, y cantos rodados.

Este análisis es crucial para evaluar propiedades como la cohesión, la permeabilidad, la compactación y la capacidad de carga del material, elementos esenciales en el diseño de pavimentos y en la estabilización de suelos. Además, el

análisis granulométrico ayuda a determinar si el material cumple con las especificaciones de los estándares de calidad para proyectos de construcción, especialmente en lo que es respecto a una estabilidad y resistencia del suelo o el agregado utilizado. Según la clasificación AASHTO:

Tabla 2

Tamaños de partículas del suelo según su clasificación

Límites-tamaños de los componentes de suelos	
Bloques	Mayor de 300mm
Bolones	De 80-300mm
Grava	De 5-80mm
Arenas	De 0.08-5mm
Limos	De 0.005-0.08mm
arcillas	Menores a 0.005mm

Nota. En la tabla se muestran los límites de tamaños de los componentes de suelos, fuente (RAVINES, María, 2010)

b) Límites de consistencia

Los límites, también conocidos como límites de Atterberg, son parámetros utilizados para clasificar y caracterizar la plasticidad de los suelos finos, especialmente aquellos con alta concentración de arcilla. Estos límites permiten determinar el comportamiento del suelo en función de su contenido de agua y su consistencia, lo que es esencial para evaluar su idoneidad en proyectos de construcción y estabilización de suelos. (RAVINES MERINO, 2010)

Los principales límites de Atterberg son:

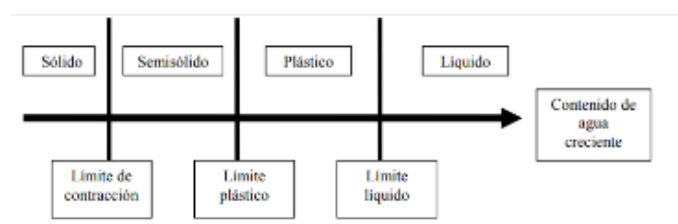
1. (LL): Es el valor de humedad en el que el suelo se transforma de un estado plástico (puede ser moldeado) a un estado líquido (se vuelve fluido y pierde su forma). Es decir, el límite líquido es el nivel en el que el suelo deja de ser estable y empieza a comportarse como un fluido. Este límite se determina mediante una prueba en la que se coloca una muestra de suelo en un recipiente y se le somete a un corte con una cuchara o cuchillo. La cantidad de agua requerida para que el suelo pase de un estado semisólido a líquido es el límite líquido.
2. (LP): El límite plástico es el contenido de agua a partir del cual el suelo pasa de un estado plástico (puede ser moldeado sin romperse) a un estado semisólido. Es el punto en el que un suelo pierde la capacidad de ser modelado sin agrietarse. El límite plástico se determina a partir de la prueba en la que se forma un hilo delgado de suelo y se mide el contenido de agua necesario para que ese hilo deje de ser plástico y se quiebre.
3. (IP): Es el rango entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP=LL-LP$$

El índice de plasticidad indica la plasticidad del suelo y es un indicador clave de su comportamiento en términos de expansión y contracción. Un suelo con un índice de plasticidad alto tiene una mayor capacidad para deformarse sin perder su cohesión, mientras que un suelo con un índice bajo tiene una menor plasticidad y es más frágil.

Figura 1

Límites de Atterberg



Nota. (RAVINES, María, 2010)

c) Clasificación de los suelos

La clasificación es un proceso mediante el cual los suelos se agrupan en categorías según sus propiedades físicas y mecánicas, tales como el tamaño de las partículas, la composición mineral, la plasticidad, la permeabilidad y la capacidad de carga. Este proceso es esencial en la ingeniería civil y geotécnica, ya que permite determinar las características del suelo y su comportamiento ante diferentes condiciones de carga, humedad y temperatura. A través de la clasificación de suelos, se puede evaluar su idoneidad para proyectos de construcción, pavimentación, fundaciones y otras infraestructuras (MTC, 2014).

Tabla 3

Categorización de materiales para vías según AASHTO

Clasificación general	Material granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)						Material limo – arcillosos (más del 35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)				
	A 1	A 3	A 2		A 4	A 5	A 6	A 7			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A2,4	A2,5	A2,6	A2,7			A7,5	A7,6	
% de material que pasa en los tamices											
N° 10	50 max										
N° 40	30 max	50 max	51min								
N° 200	15 max	25 max	10max	35max	35max	35max	35max	36min	36min	36min	36min
Características de la tracción que pasa el tamiz N° 40											
L. L			40max.	41min.	40max.	41min.	40max.	41min.	40max.	41min.	
I. P	6max	NP	10max.	10max.	11min.	11min.	10max.	10max.	11min.	11min.	
Tipo usual de material significativo constituyente	Fragmento de piedra	fineza	Grava y arena arcillosa color plata				Suelo color plata		Suelo arcilloso		
	Arena gruesa										
	Bueno, excelente					Pobre, justo					

Nota. (RAVINES, María, 2010)



2.2.3.2 Propiedades de Desempeño

a) Ensayo Proctor

El ensayo de Proctor es una prueba de laboratorio utilizada para determinar la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo de un suelo cuando se somete a compactación. Esta prueba es fundamental en ingeniería civil y geotécnica, ya que ayuda a establecer las condiciones en las que un suelo alcanzará su mayor densidad, lo que a su vez optimiza su resistencia y estabilidad, aspectos cruciales para la construcción de carreteras, fundaciones y otras infraestructuras.

Se compacta una muestra de suelo en un molde de volumen definido utilizando un martillo de peso preciso que se deja caer desde una altura determinada. Esto se hace para completar la prueba. La condensación del suelo se realiza en varias etapas y se aplica una cantidad predeterminada de agua a cada capa. A continuación, se mide la densidad de la muestra que se ha compactado, y los resultados de la medición de la densidad se trazan en función de la cantidad de humedad presente. (RAVINES MERINO, 2010)

Principales Parámetros Determinados:

1. Densidad máxima seca: Es la densidad del suelo más alta que se puede lograr con una determinada cantidad de energía de compactación. Esta densidad es importante porque está directamente relacionada con la capacidad de soporte del suelo.
2. Humedad óptima: Humedad al cual el suelo alcanza su densidad máxima. En este punto, el suelo tiene la cantidad adecuada de agua para facilitar la compactación, pero no tanta agua como para que el suelo se vuelva demasiado blando o propenso a la deformación.

b) Capacidad de Soporte

También conocida como capacidad portante, es la máxima carga que un suelo puede soportar sin sufrir fallas o deformaciones excesivas que comprometan la estabilidad de una estructura sobre él. Este parámetro es fundamental en la ingeniería civil, ya que determina la viabilidad de construir estructuras como edificios, puentes, carreteras o cualquier otra obra sobre un terreno específico. (MTC, 2014)

La prueba de penetración estándar (SPT) y la prueba de carga de placa son dos ejemplos de pruebas de campo que se utilizan para evaluar la capacidad portante. Estas pruebas examinan la resistencia del suelo a ser penetrado o deformado cuando se somete a una fuerza aplicada. Además, se pueden emplear métodos teóricos basados en la resistencia del suelo, como los modelos de Terzaghi y Meyerhof. Conocer la capacidad de soporte de un suelo es crucial para el diseño adecuado de cimentaciones, ya que ayuda a elegir el tipo y tamaño apropiado de base para las estructuras, evitando problemas como asentamientos excesivos, fallas en la cimentación o el colapso de la obra, y optimizando los costos de construcción.

c) Valor soporte relativo: Ensayo CBR

Este ensayo se utiliza para determinar la resistencia del suelo frente a los esfuerzos de corte, lo cual es crucial para evaluar su capacidad de carga. Además, permite establecer la idoneidad del suelo para ser utilizado en las diferentes capas que conforman el pavimento, específicamente en la capa de rodadura, que es la que está en contacto directo con el tráfico. La prueba CBR (California Bearing Ratio) es una medida fundamental en la ingeniería civil, ya que proporciona una indicación precisa de la calidad y la resistencia del suelo en función de su capacidad para soportar las cargas y las tensiones a las que será sometido. Según lo expuesto por Ravines Merino (2010), este ensayo es clave para diseñar pavimentos que sean seguros y duraderos.

Este índice es utilizado principalmente para:

- Diseño de pavimentos y bases de carreteras: Determina el grosor necesario de las capas de pavimento y subbase en proyectos de infraestructura vial.
- Evaluación de la calidad del material de construcción: Permite comprobar la idoneidad de suelos y materiales granulares para la construcción de caminos y otras infraestructuras.
- Estudio de la estabilidad y compacidad del terreno: Contribuye al análisis geotécnico del terreno para predecir cómo se comportará bajo cargas

Tabla 4

Atributos de los suelos basados en el CBR

CBR	Clasificación General	USOS	Sistema de clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Muy pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Regular	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Subbase y Base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1b, A2-5, A- 3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A-3

Nota. (RAVINES, María, 2010)

d) RESISTENCIA

Según lo indicado por Ravines Merino (2010), la resistencia de un suelo puede mejorarse mediante procesos de estabilización mecánica, también conocida como compactación. Este tipo de intervención busca optimizar las propiedades del suelo para que sea capaz de soportar mayores cargas y esfuerzos sin perder su integridad. Con el



fin de mejorar la resistencia del suelo, existen diferentes procedimientos de estabilización muy utilizados, entre los que se incluyen:

- Vibroflotación: un proceso que emplea vibraciones para mejorar la densidad del suelo, lo cual aumenta su capacidad para resistir cargas.
- Compactación: este método consiste en la aplicación de presión o esfuerzo mecánico para reducir los vacíos en el suelo, lo que mejora su densidad y, por ende, su resistencia.
- Drenaje: la eliminación del exceso de agua en el suelo, lo que evita que el material se debilite por la saturación y mejora su estabilidad.
- Precarga: un método que implica aplicar una carga temporal sobre el suelo para permitir que este se asiente antes de realizar la construcción definitiva.
- Estabilización química con aditivos: la adición de productos químicos al suelo con el fin de modificar su estructura y propiedades, aumentando su resistencia y durabilidad.
- Mezclas con otros suelos: combinar diferentes tipos de suelos para crear una mezcla más resistente y adecuada a las necesidades del proyecto.

Estas técnicas son fundamentales para asegurar que el terreno donde se construirá una infraestructura, como pavimentos o cimientos, tenga las características necesarias para mantener su estabilidad y resistencia frente a las cargas que recibirá a lo largo del tiempo.

e) PERMEABILIDAD

La permeabilidad se refiere a la capacidad de un material, en este caso el suelo, para permitir el paso de agua u otras sustancias a través de él. Un medio se considera permeable cuando es capaz de transmitir una cantidad considerable de líquido, mientras que se vuelve impermeable si solo permite el paso de una mínima cantidad de agua.

Este comportamiento se debe a la presencia de poros en el suelo, que actúan como espacios vacíos que permiten la circulación del agua. Así, cuando los poros están interconectados, facilitan el flujo de agua, creando una vía por la que el líquido puede atravesar el material. Según Ravines Merino (2010), los suelos que tienen una estructura porosa suelen clasificarse como permeables, ya que estos espacios vacíos permiten que el agua sea absorbida y se desplace dentro del suelo.

Además, la permeabilidad de un suelo está estrechamente relacionada con su textura y estructura. La cantidad y el tamaño de los poros presentes en el suelo influyen significativamente en su capacidad para permitir el paso de líquidos. Por ejemplo, los suelos más finos, como las arcillas, tienden a tener una menor permeabilidad en comparación con los suelos más gruesos, como la arena, debido a la estructura más densa y compacta de los primeros.

Tabla 5

Propiedades de permeabilidad en función de la textura del suelo

Suelos	Textura	Permeabilidad
Arcillosas	fina	
	Moderadamente fina	
Limosas	Moderadamente gruesa	De muy lenta a muy rápida
Arenosas	gruesa	

Nota. RAVINES, María (2010)

La modificación de la estructura en la tabla permitirá alterar la permeabilidad.

Tabla 6*Permeabilidad influenciada por la estructura del suelo*

Tipo de estructura		Permeabilidad
Laminar	Gran traslapo	De
	Ligero traslapo	muy lenta
En bloque		a
Prismática		muy rápida
Granular		

Nota. (RAVINES, María, 2010)**f) COMPRESIBILIDAD**

La compresibilidad de un material está directamente vinculada con su capacidad para reducir su volumen cuando se aplica una carga externa. Esta propiedad influye en diversas características del suelo, como la permeabilidad, ya que una mayor compresión puede modificar la conectividad de los poros, alterando la facilidad con la que el agua puede atravesarlo. Además, la compresibilidad afecta la interacción entre las partículas del suelo, provocando cambios en su disposición y en la manera en que se distribuye la fuerza a través de ellas, lo que puede generar deslizamientos o deformaciones. Según lo explicado por Ravines Merino (2010), cuando un suelo experimenta compresión, la estructura interna de las partículas se ve alterada, lo que impacta en la capacidad de absorción de agua y en la estabilidad general del terreno.

En el caso de los suelos gruesos, como la grava y la arena, la compresibilidad es bastante limitada. Esto se debe a que las partículas de estos materiales están en contacto directo entre sí, lo que dificulta su compresión. Las partículas más grandes y su disposición en el suelo permiten que haya espacios vacíos que no se comprimen fácilmente. Por otro lado, los suelos finos, como los limos y las arcillas, muestran una mayor compresibilidad. Al someter a compresión una masa de suelo húmedo, se



eliminan grandes cantidades de agua y aire que ocupan los poros, lo que reduce considerablemente su volumen. Este proceso no solo disminuye el tamaño de la masa de suelo, sino que también aumenta su densidad, afectando su comportamiento frente a cargas adicionales y su capacidad para manejar el agua que pueda circular a través de él.

g) DURABILIDAD

La durabilidad de un material está relacionada con su habilidad para mantener su integridad y resistencia a lo largo del tiempo, incluso cuando se encuentra expuesto a condiciones adversas o cambiantes. Es decir, un material duradero conserva sus propiedades y su estructura esencial, a pesar de los efectos que pueda sufrir por las variaciones ambientales o por el uso constante al que se vea sometido. De acuerdo con Marcon A. F. (1997), la durabilidad de los materiales estabilizados depende en gran medida de ciertos factores externos, como las condiciones ambientales a las que están expuestos, entre ellas las fluctuaciones en la temperatura y la humedad. Estos cambios en el ambiente pueden afectar negativamente la resistencia de los materiales, provocando su deterioro gradual.

Además, la durabilidad también está influenciada por las demandas o cargas a las que el material debe hacer frente. Las condiciones extremas o las presiones repetidas pueden debilitar la estructura del material con el tiempo, lo que resulta en una reducción de su desempeño y, en consecuencia, en su vida útil. La interacción de factores como la humedad, las variaciones térmicas y las exigencias mecánicas a las que el material está sometido, determina la rapidez con la que se produce el desgaste o la degradación, lo que influye directamente en la necesidad de mantenimiento y las decisiones relacionadas con su uso en proyectos a largo plazo.



2.2.3.3 Estabilización de Suelos.

El proceso al que se hace referencia está orientado a facilitar la realización de inspecciones periódicas o tratamientos que optimicen las características de un material o infraestructura, buscando garantizar su dureza y resistencia constante. Esto es fundamental para que el material pueda soportar los impactos del tráfico, así como las condiciones meteorológicas extremas, como temperaturas muy altas o bajas, lluvias intensas y otros factores ambientales severos (Núñez, 2015).

El manual de carreteras proporciona una serie de procesos y técnicas utilizadas para estabilizar el suelo, como la aplicación de emulsión asfáltica, cemento, cal, escorias, y la mejora del suelo a través de la combinación de diferentes tipos de materiales. También se incluyen métodos de estabilización con geosintéticos y estabilización química. Por otra parte, es esencial subrayar la necesidad de que las pruebas de laboratorio demuestren resultados fiables y validados hasta un cierto nivel antes de que se utilicen en los proyectos de construcción. Además, es de suma importancia que la construcción y el mantenimiento de las carreteras se lleven a cabo de forma práctica y poco costosa, haciendo uso de equipos y materiales de fácil acceso y disponibilidad (MTC, 2014).

Desde un punto de vista técnico, se puede estabilizar prácticamente cualquier tipo de suelo utilizando cemento, siempre y cuando no tenga características problemáticas como una alta plasticidad, una gran cantidad de materia orgánica, o niveles elevados de sales solubles que puedan interferir con la efectividad del cemento. Existen varios estándares internacionales que definen las propiedades que debe tener el suelo para que sea apto para la creación de una mezcla de suelo-cemento. Aunque cada país tiene sus propias normativas, estas comparten principios comunes, especialmente en lo que respecta a la granulometría del suelo, el proceso de construcción y el cumplimiento de las especificaciones del diseño de mezcla y de la estructura del pavimento. Al comparar



estos criterios, se observa que aunque hay ciertas variaciones, todos coinciden en aspectos clave relacionados con la calidad del suelo y su capacidad para ser transformado en un material adecuado para la construcción de pavimentos duraderos (FICEM).

h) Estabilización Química:

La estabilización química implica la incorporación de agentes estabilizadores al suelo, los cuales tienen como objetivo mejorar sus propiedades y hacerlo más resistente a las condiciones a las que se enfrentará. Los materiales más comunes utilizados para este fin incluyen cemento, cal, asfalto y cemento Portland (Ravines Merino, 2010).

Para llevar a cabo la estabilización del suelo con el uso de productos como el aceite sulfonado, el silicato sódico, el cemento o la cal, es necesario realizar una serie de estudios preparatorios para analizar cómo reaccionará el suelo a estos agentes estabilizadores. Las mediciones de la densidad-humedad, la resistencia a la compresión y el ensayo CBR no modificado son algunas de las pruebas fundamentales. Estos ensayos son esenciales para conocer el potencial del suelo para soportar cargas y su durabilidad tras el tratamiento.

Según Ravines Merino (2010), los estabilizadores pueden clasificarse en tres categorías principales, según su modo de acción:

- Encubrimiento de las partículas del suelo: Los estabilizadores pueden actuar formando una capa sobre las partículas del suelo, lo que las vuelve impermeables o más cohesivas. Este proceso impide la penetración de agua y mejora la resistencia al desgaste, creando una barrera protectora que mantiene la estabilidad del suelo.
- Mejora de la adhesión entre las partículas del suelo: Al aplicar estos agentes estabilizadores, se favorece la unión de las partículas del suelo, lo que aumenta tanto la durabilidad como la resistencia del material. Esta mayor cohesión entre las



partículas contribuye a una mayor solidez y capacidad para soportar esfuerzos mecánicos.

- **Modificación de suelos arcillosos:** En el caso de los suelos arcillosos, los estabilizadores químicos pueden alterar las propiedades del agua presente en la arcilla, lo que provoca una reducción en su índice de plasticidad. Esto se traduce en una mejoría reveladora de la trabajabilidad del suelo, haciéndolo más adecuado para la construcción de pavimentos y otras estructuras.

i) Estabilización con Aceite Sulfonado

Los beneficios y ventajas que ofrece la estabilización química del suelo abarcan múltiples aspectos importantes. En resumen, los resultados obtenidos a través de este proceso son altamente favorables, ya que permiten mejorar significativamente las propiedades del suelo. Uno de los principales beneficios es que los equipos utilizados en la estabilización son los mismos que se emplean en proyectos de construcción habituales, lo que facilita su implementación sin necesidad de equipos especializados. Este factor hace que el proceso sea más accesible y rentable.

Además, la estabilización química facilita la manipulación del suelo, ya que lo vuelve más fácil de trabajar, mejorando su maleabilidad y reduciendo la dificultad que conlleva el tratamiento de suelos naturales. De igual forma, el suelo estabilizado mantiene sus características mejoradas a lo largo del tiempo, lo que implica que se preservan las propiedades obtenidas durante el proceso de estabilización. Uno de los aspectos más destacados de esta técnica es su capacidad para reducir la absorción de agua del suelo, lo que disminuye la posibilidad de que el material se sature y pierda estabilidad. Esto también contribuye a la eliminación de los capilares absorbentes que suelen permitir la infiltración de agua, y a la disminución de la capacidad de expansión del suelo.



Otro beneficio importante es que la estabilización química fortalece el suelo frente a condiciones climáticas extremas, como las heladas y la abundancia de humedad. Este tipo de intervención proporciona una mejor defensa contra estos factores ambientales, protegiendo la infraestructura construida sobre el suelo estabilizado. Además, la durabilidad de las capas tratadas reduce la aparición de imperfecciones a lo largo del tiempo, lo que mejora significativamente la circulación del tráfico y proporciona un mayor confort a los usuarios de las vías. En conjunto, estos beneficios optimizan la funcionalidad y la esperanza de vida de las infraestructuras, como pavimentos y carreteras, garantizando un rendimiento superior y una mayor resistencia a largo plazo (Efus Uriarte, 2020).

j) Estabilización de suelos con cemento

El proceso de estabilización de suelos utilizando cemento implica una serie de etapas que, en conjunto, permiten mejorar significativamente las propiedades del suelo para que sea más adecuado para la construcción de pavimentos y otras estructuras. Una de las primeras etapas fundamentales en este proceso es la interacción del cemento con el agua, en la cual el silicato de calcio juega un papel crucial. Cuando las partículas de cemento se exponen al agua, se produce una reacción química que lleva a la formación de enlaces sólidos entre las fibras del cemento y otras partículas presentes en el suelo. Este vínculo entre las partículas de cemento y el suelo contribuye a mejorar la cohesión y la resistencia del material tratado.

Sin embargo, este proceso de estabilización se ve obstaculizado si el suelo contiene elementos orgánicos, ya que estos pueden interferir con la reacción química entre el cemento y el agua. Los ácidos orgánicos presentes en el suelo tienen una alta afinidad por los iones de calcio liberados durante la reacción inicial del cemento, lo que provoca que estos ácidos consuman los iones de calcio necesarios para formar los enlaces sólidos. Esta interferencia debilita la efectividad de la estabilización, ya que



reduce la capacidad del cemento para establecer un vínculo adecuado con las partículas del suelo. Este fenómeno también se aplica a suelos con una alta proporción de arcilla, donde la estabilidad de las partículas puede verse comprometida debido a la configuración estructural de las partículas de arcilla interactúan con el cemento.

Debido a estos efectos adversos, en la mayoría de los países se establece un límite para la cantidad de materia orgánica presente en el suelo antes de que este sea apto para la estabilización con cemento. Generalmente, se requiere que la materia orgánica no supera el 1.00% o el 2.00% para que el suelo sea considerado adecuado para este tipo de tratamiento. Si el contenido de materia orgánica es superior a este umbral, el proceso de estabilización pierde efectividad, y el suelo no alcanzará las propiedades deseadas para soportar cargas y garantizar la durabilidad de la infraestructura construida sobre él (Aliaga & Soriano, 2019).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 ACEITE SULFONADO

Es un aditivo químico utilizado en la estabilidad de suelos, especialmente en la construcción de suelos cemento, mediante su incorporación en la mezcla de tierra y cemento. Este aceite, compuesto principalmente por tensioactivos catiónicos de origen vegetal, mejora la compactación y la impermeabilidad del suelo, promoviendo una mayor resistencia y durabilidad. La aplicación de aceite sulfonado en suelos contribuye a la modificación de las propiedades de la tierra, transformándola en un material más sólido y resistente, lo que la hace apta para su uso en pavimentos y otras infraestructuras viales.



2.3.2 ADITIVO ESTABILIZADOR

Un aditivo estabilizador es cualquier sustancia o compuesto químico que se agrega a un material, generalmente suelos, con el fin de modificar o mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. En la ingeniería civil, los aditivos estabilizadores, como el cemento, el cal o aceites sulfonados, se utilizan para aumentar la cohesión, reducir la plasticidad, mejorar la compactación y, en general, hacer que el suelo sea más resistente y duradero, optimizando su desempeño en proyectos de construcción de caminos, pavimentos y otras infraestructuras.

2.3.3 ESTABILIZACIÓN

El acto de alterar o modificar las cualidades del suelo, normalmente mediante la adición de materiales giroscopio como cemento, cal o aditivos químicos, se denomina estabilización del suelo. La finalidad de este procedimiento es aumentar la resistencia, durabilidad y capacidad de carga del suelo. Esta técnica es vital en el desarrollo de carreteras y pavimentos porque mejora la capacidad de un suelo para soportar cargas sin deformarse ni colapsarse. Además, reduce la susceptibilidad del suelo al agua, mejora la compactación y refuerza la estabilidad estructural del suelo.

2.3.4 RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO

La resistencia del suelo cemento se refiere a la capacidad del suelo tratado con cemento para resistir cargas y fuerzas sin sufrir fallas estructurales. Este material, formado por la mezcla de suelo y cemento, se utiliza comúnmente en la construcción de pavimentos y bases de carreteras debido a su elevada capacidad de carga, durabilidad y resistencia al desgaste y la erosión. La resistencia del suelo cemento depende de varios factores, como el tipo de suelo, la cantidad de cemento utilizado, el grado de compactación y las condiciones de curado del material.



2.3.5 SUELO

El suelo es una capa superficial de la corteza terrestre concertada por una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Es el medio donde crecen las plantas y el sustrato sobre el cual se desarrollan las infraestructuras. En términos de ingeniería civil, el suelo es fundamental para determinar las características de construcción y estabilidad de una obra, y se clasifica según su composición y propiedades físicas y mecánicas, como su granulometría, cohesión y capacidad de carga. (Villalaz, 1979.)

2.3.6 SUELO – CEMENTO

El suelo-cemento es una mezcla homogénea de suelo y cemento, que se utiliza principalmente en la construcción de pavimentos, bases de carreteras y otras infraestructuras viales. Este material se obtiene al adicionar cemento al suelo natural y luego compactarlo, lo que mejora significativamente sus propiedades, como la resistencia, durabilidad y capacidad de carga. El suelo-cemento es una solución económica y eficiente para mejorar la calidad del suelo y optimizar la construcción de infraestructuras, especialmente en zonas donde los materiales de alta calidad para pavimentación son limitados. (FICEM)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se fundamenta en teorías desarrolladas por pensadores como Auguste Comte y Émile Durkheim. Este enfoque sostiene que el conocimiento debe ser objetivo y libre de sesgos, y que se origina a través de un proceso deductivo. En este proceso, se utilizan mediciones numéricas y análisis estadísticos inferenciales para verificar las hipótesis que han sido formuladas previamente. Este tipo de investigación se enfoca en la recolección y análisis de datos cuantificables, buscando establecer relaciones causales y generales que puedan ser aplicadas de manera más amplia.

Esta tesis es cuantitativa porque los datos obtenidos se encuentran de manera numérica, por lo que su relación se basa en la medición. Esta recolección se realiza a través de procedimientos estandarizados y aceptados por otros investigadores.

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método analítico es un estudio que implica desglosar un todo en sus componentes para examinarlas de manera individual. Este enfoque facilita una mejor comprensión del



objeto de estudio, lo que simplifica la explicación, el entendimiento de su comportamiento y la formulación de nuevas teorías.

El método analítico puede segmentarse en tres fases:

- Operaciones previas, como muestreo, acondicionamiento, disolución, separaciones, y reacciones analíticas.
- Medición y traducción de la señal analítica mediante el uso de instrumentos.
- Toma y tratamiento de datos.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se clasifica como de tipo aplicada, según las definiciones proporcionadas por Supo (2014). Esto se debe a que el estudio llevado a cabo por el investigador tiene características experimentales o aplicadas, ya que involucra la recopilación de datos de manera prospectiva, es decir, con el seguimiento de eventos o fenómenos a lo largo del tiempo. Además, los datos se recogen en más de dos momentos diferentes, lo que le otorga un enfoque longitudinal. Este diseño permite analizar los cambios y patrones a lo largo del tiempo.

La investigación también incluye un análisis estadístico bivariado, el cual se utiliza para proponer y verificar las hipótesis planteadas al inicio del estudio. Esto se realiza mediante el análisis de la relación entre dos variables, para identificar posibles causas y efectos. En este contexto, la variable dependiente es sometida a un tratamiento, con el objetivo de obtener resultados específicos que son impulsados por la acción de la variable independiente, estableciendo así una relación de causa y efecto entre ambas variables.

Esta investigación es de tipo aplicada ya que se utiliza como fundamento de estudios. Esta investigación expone conocimientos previamente propuestos y procedimientos detallados para resolver un problema específico con teorías que proporcionan respaldo y contribuyen a enriquecer la investigación en su totalidad.



3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Además, este estudio presenta un nivel explicativo, ya que, según Supo (2014), la relación de causalidad entre la variable independiente y el resultado se establece mediante el control estadístico de las pruebas. Este control tiene como objetivo eliminar asociaciones aleatorias o espurias, asegurando que los resultados obtenidos sean genuinos y no producto del azar. De esta manera, se busca identificar una relación clara y precisa entre las variables, lo que permite confirmar la existencia de un vínculo causal entre la variable independiente y la variable dependiente, siguiendo el modelo causa-efecto. Este enfoque explicativo garantiza que los resultados del estudio reflejen la influencia real de una variable sobre la otra, eliminando factores confusos que puedan distorsionar los hallazgos.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio adopta un diseño de investigación experimental, ya que, según Supo (2014), los datos se obtuvieron en el campo a través de una intervención programada, es decir, mediante una manipulación controlada de las variables. Sin embargo, no se trata de un diseño completamente experimental, sino que se enmarca dentro de un enfoque cuasi-experimental. Esto se debe a que, aunque se utiliza un grupo de control para comparar los resultados, el diseño requiere ser evaluado en más de una ocasión para observar los efectos a lo largo del tiempo. En este tipo de estudios, aunque se intenta controlar algunas variables, no se tienen todas las condiciones estrictas que caracterizan a un experimento completamente controlado, lo que le otorga un enfoque más flexible y aplicable a situaciones reales.

Esta investigación es experimental, tal como su denominación lo sugiere, se llevaron a cabo experimentos, en este caso, pruebas de laboratorio.



3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1 POBLACIÓN

Según Castro, la población se refiere al conjunto total de elementos o unidades que conforman la realidad que se desea investigar. Esta población incluye a todos los individuos, objetos o casos que cumplen con los criterios definidos para el estudio, y que son relevantes para los objetivos de la investigación. En este sentido, la población constituye el universo de referencia sobre el cual se extraerán conclusiones o se realizarán observaciones, representando la totalidad de los elementos que forman parte del fenómeno en cuestión.

En este contexto, la población se compone en el tramo Caracoto desvió Huata, ubicada en el departamento de Puno.

Departamento: Puno

Provincia : San Román

Distrito : Caracoto – Huata

3.6.2 MUESTRA

Según Castro, la muestra es un subconjunto de la población que se selecciona mediante diversas técnicas de muestreo. Esta muestra tiene como objetivo representar a la población en su totalidad, permitiendo realizar inferencias y generalizaciones sobre ella a partir de los datos obtenidos de este grupo más pequeño. La elección adecuada de la muestra es crucial, ya que debe reflejar de manera fiel las características de la población, asegurando que los resultados obtenidos sean válidos y aplicables al conjunto completo de elementos que se está estudiando.



En el departamento de Puno, donde se llevarán a cabo los estudios de laboratorio para 3 calicatas, se encuentra el TRAMO (EMP. PE-35 (CARACOTO – QUIVILLACA – EMP. PU-947).

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1 TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

La recolección de datos hace referencia al conjunto de recursos y procedimientos que el investigador aplica para obtener información relevante sobre el objeto de estudio. Este proceso es fundamental, ya que permite construir una base de datos que sirva para desarrollar un entendimiento más profundo y detallado de los fenómenos investigados. A través de la recolección de datos, se logra sistematizar y organizar la información, lo que facilita su análisis y la interpretación de los resultados.

En esta investigación, las metodologías seleccionadas para la recolección de datos serán la observación y los experimentos. La observación permitirá registrar de manera directa los comportamientos, acciones o características del fenómeno en estudio, mientras que los experimentos proporcionarán una forma controlada de manipular variables y observar sus efectos. Ambas metodologías se complementan, contribuyendo a obtener una imagen más completa y detallada del tema de investigación.

Las técnicas empleadas en esta investigación Exploración, toma de muestras y ensayos de laboratorio.

3.7.2 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los documentos para pruebas de laboratorio son los instrumentos empleados para la recolección y almacenamiento de datos durante los experimentos de laboratorio realizados en el marco de esta investigación. Estos documentos permiten registrar de



manera detallada y precisa los resultados obtenidos en cada ensayo, facilitando así su posterior análisis y interpretación. Los instrumentos de recopilación de datos se encuentran adjuntos en el anexo de ensayos de laboratorio, donde se incluyen las distintas pruebas y experimentos realizados, así como la información relevante obtenida de cada uno de ellos. Estos registros son fundamentales para garantizar la transparencia y la validez de los resultados obtenidos durante el proceso investigativo.

- Laboratorio de mecánica de suelos
 - Clasificación de suelos
 - Prueba de compactación modificada Proctor
 - Ensayo de CBR
 - Ensayo de humedeciendo - secado (durabilidad)
 - Ensayo de resistencia a compresión
- Sacos de plástico
- Nota de campo
- Cámara fotográfica

3.8 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.8.1 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

La validez de un instrumento de medición se determina cuando éste es capaz de evaluar de manera adecuada lo que está diseñado para medir. Esto implica que el instrumento, ya sea un cuestionario u otro tipo de herramienta, debe ser eficaz en la tarea de obtener información precisa y relevante sobre el fenómeno que se está estudiando.

La validez también se refiere al grado en que una escala o herramienta refleja con exactitud la calidad o la dimensión específica que busca medir. Esta evaluación se puede presentar en diversas categorías, dependiendo de la naturaleza de la medición y del objetivo del estudio. Según La Torre (2007), la validez es un componente esencial para



garantizar que los resultados obtenidos a través de un instrumento de medición sean representativos y fiables, lo que permite que los hallazgos del estudio sean aplicables y tengan sentido dentro del contexto investigativo.

3.8.2 CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

La confiabilidad se refiere a la consistencia o estabilidad de un instrumento de medición. Un instrumento es considerado confiable cuando proporciona resultados consistentes y similares al ser aplicado en diferentes momentos o condiciones. Es decir, si el instrumento genera los mismos resultados bajo circunstancias similares, se puede afirmar que es confiable (Mejía, 2005).

En el contexto de este estudio, los hallazgos obtenidos serán fidedignos y auténticos, ya que todos los instrumentos de laboratorio utilizados han sido previamente calibrados y cuentan con la documentación que certifica su correcto funcionamiento. Esto garantiza que los resultados obtenidos sean consistentes y precisos, lo cual es fundamental para la validez de la investigación y para asegurar que las mediciones realizadas sean confiables a lo largo del proceso.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

4.1.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Nombre de la tesis

Determinación de la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024

Ubicación política

Departamento: Puno

Provincia : San Román

Distrito : Caracoto – Huata

Figura 2

Tramo Emp. pe-3s (Caracoto) - Quivillaca - Emp. pu-947, tomado como muestra para la presente tesis.



Nota. Google Earth

Tabla 7

Calicatas realizadas

CALICATA	PROGRESIVA
C – 01	Km 02+000
C – 02	Km 06+000
C – 03	Km 10+000

Nota: En la tabla se muestra el número de calicatas realizadas y la ubicación de cada una de ellas.

4.1.2 ENSAYOS DE SUELO NATURAL DE AFIRMADO

En este estudio se realizó 3 calicatas como muestra y seguidamente se muestra el resumen de la siguiente tabla

Tabla 8

Síntesis de las características físico-mecánicas

N° DE REGISTRO	MUESTRA		PROF (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - % PASA TAMIZ			CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITES			CLASIFICACIÓN	
	PROG.	DESCRIPCIÓN		3"	No 4	No 200		LL	LP	IP	SUSC	AASHTO
CALICATAS												
C - 01	2+000	AFIRMADO	0.00m. - 0.30m.	100.0	48.7	14.3	6.84	27.5	19.7	7.8	GC	A-2-4 (0)
C - 01	2+000	TERRENO NATURAL	0.30m. - 1.50m.	100.0	92.7	39.3	9.85	27.1	20.6	6.5	SC - SM	A-4 (0)
C - 02	6+000	AFIRMADO	0.00m. - 0.30m.	100.0	50.1	15.0	6.31	27.0	19.6	7.4	SC	A-2-4 (0)
C - 02	6+000	TERRENO NATURAL	0.30m. - 1.50m.	100.0	91.8	45.3	9.81	27.3	20.5	6.8	SC - SM	A-4 (0)
C - 03	10+000	AFIRMADO	0.00m. - 0.30m.	100.0	51.3	16.0	6.08	27.2	19.5	7.7	SC	A-2-4 (0)
C - 03	10+000	TERRENO NATURAL	0.30m. - 1.50m.	100.0	95.5	48.0	12.07	27.2	20.4	6.7	SC - SM	A-4 (0)

Nota. Resultados obtenidos de Laboratorio de suelos

4.1.2.1 Calicata N° 01 Propiedades Físico – Mecánicas.

Figura 3

Ensayo de clasificación de suelos

TAMIZ ASTM		ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMAÑO MÁXIMO						1 Pulg.		
PESO INICIAL						10000.0 gr.		
FRACCIÓN						500.0 gr.		
3"		75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.84
2 1/2"		63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.53
2"		50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.73
1 1/2"		38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.80
1"		25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90 100	CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC
3/4"		19.000	125.00	1.25	1.25	98.75	65 100	CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"		12.700	1695.00	16.85	18.10	81.90		
3/8"		9.500	1291.00	12.91	31.01	68.99	45 80	
1/4"		6.350						
No4		4.760	2033.00	20.33	51.34	48.66	30 65	
No8		2.380						
No10		2.000	1382.92	13.83	65.17	34.83	22 52	
No16		1.190						
No20		0.840						
No30		0.590						
No40		0.425	1222.34	12.22	77.39	22.61	15 35	
No 50		0.300						
No60		0.260						
No80		0.180						
No100		0.149						
No200		0.075	828.19	8.28	85.67	14.33	5 20	
BASE			1432.55	14.33	100.00	0.00		
TOTAL			10000.00					
% PERDIDA			14.33	0.14				

■ % GRAVA 51.34
 ■ % ARENA 34.33
 ■ % FINOS 14.33

D 10 = ---- D 30 = 1.378 D 60 = 7.404
 Cu = ---- Cc = ----

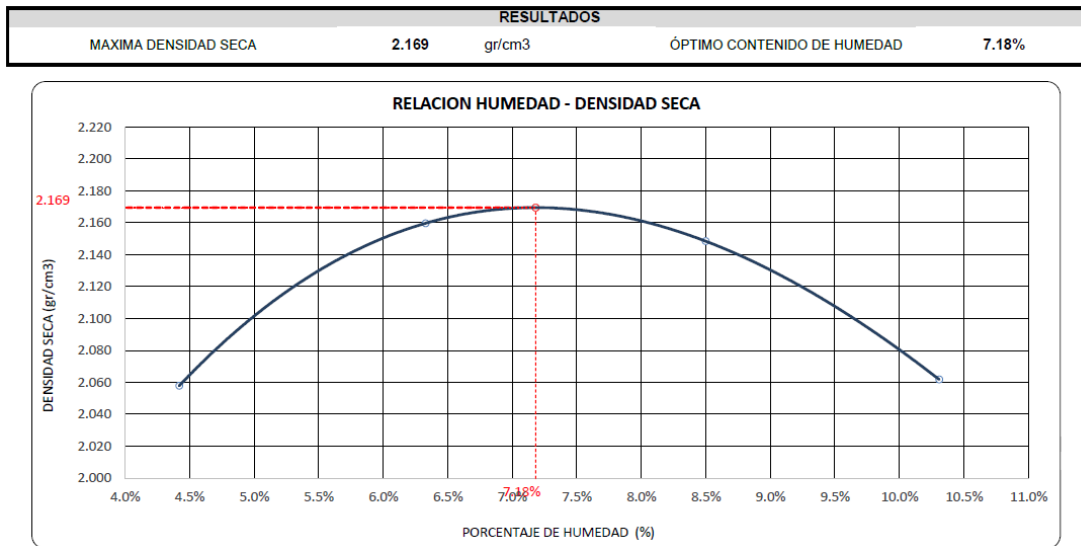
OBSERVACIONES :

Nota. Resultados obtenidos de los Ensayos de laboratorio de suelos

Para el afirmado de acuerdo a la categorización SUCS se encuadra en el grupo GC (Grava arcillosa), según la categorización de AASTHO se encuadra en el grupo A-2-4(0), limite liquido es 27.5, LP es 19.7 y logrando un IP de 7.8.

Figura 4

Prueba de compactación modificada Proctor

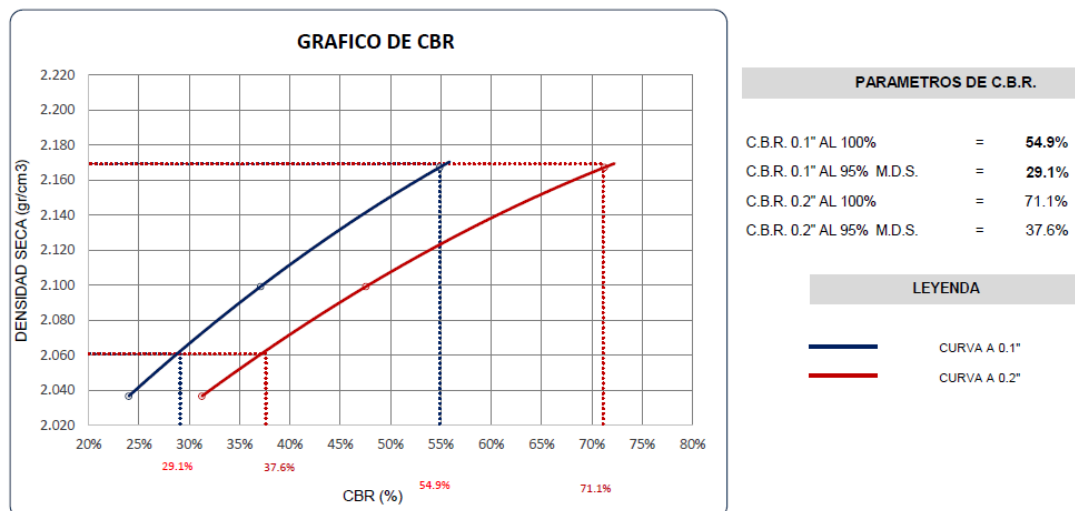


Nota. Ensayos de laboratorio de suelos.

Se pueden apreciar los hallazgos referentes al Prueba de compactación modificada Proctor en relación al afirmado, donde se halló una DSM de 2.169 gr/cm³ y un CH del 7.18%.

Figura 5

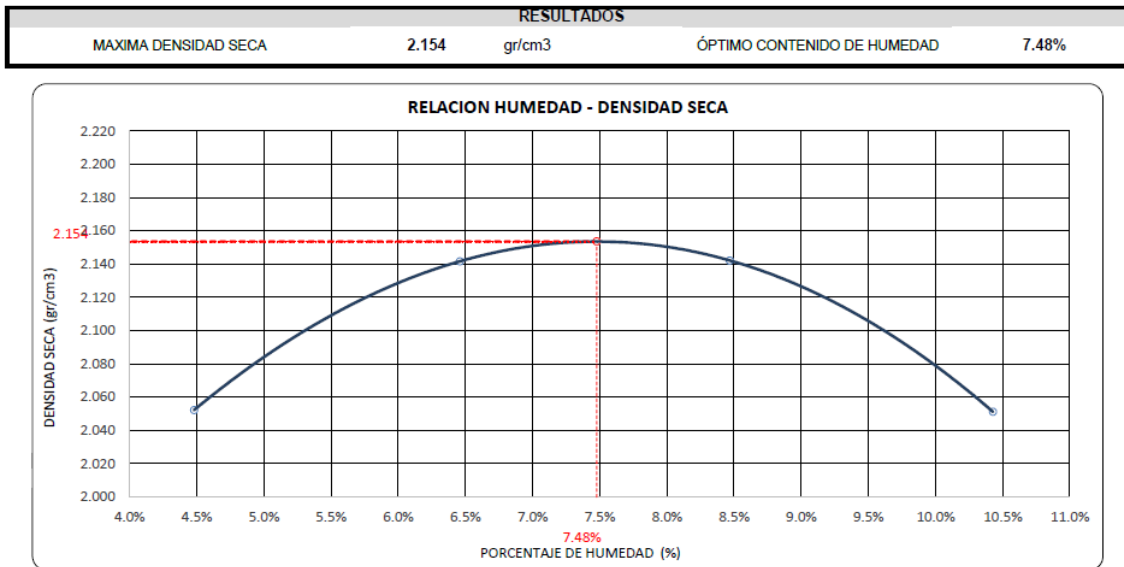
Ensayo de CBR



Nota. Ensayos de laboratorio de suelos.

Figura 7

Prueba de compactación modificada Proctor

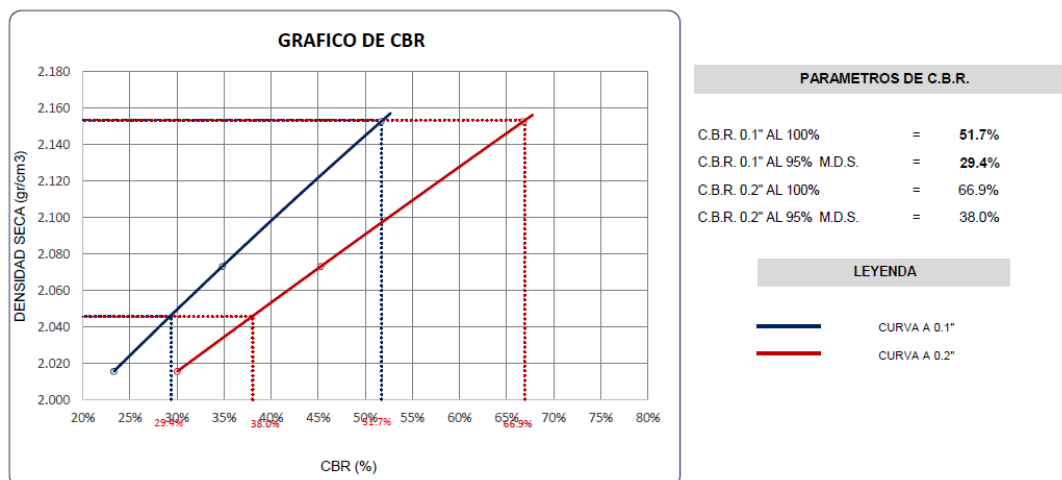


Nota. Ensayos de laboratorio de suelos.

Se pueden apreciar los resultados referentes al Prueba de compactación modificada Proctor en relación al afirmado, que se logra una DMS de 2.154 gr/cm³ y con un CH de 7.48%.

Figura 8

Ensayo De CBR



Nota. Pruebas técnicas de laboratorio de suelos.

Ensayo (CBR) del afirmado examinamos los valores de CBR, para el 100% de MDS con una penetración de 0.1" es 51.7%.

4.1.2.3 Calicata N° 03 propiedades físico – mecánicas.

Figura 9

Ensayo de clasificación de suelos

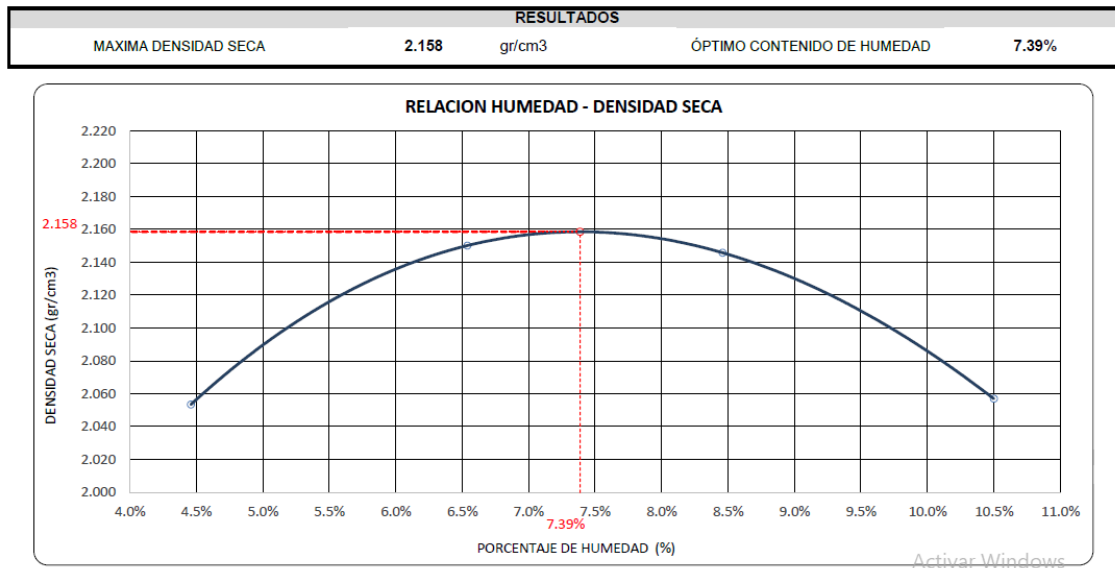
TAMAÑO MAXIMO						:	1	Pulg.
PESO INICIAL						:	10000.0	gr.
FRACCIÓN						:	500.0	gr.
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.08	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.20	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.55	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.65	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90 100	CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC	
3/4"	19.000	163.00	1.63	1.63	98.37	65 100	CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)	
1/2"	12.700	1493.00	14.93	16.56	83.44			
3/8"	9.500	1202.00	12.02	28.58	71.42	45 80		
1/4"	6.350							
No4	4.760	2011.00	20.11	48.69	51.31	30 65		
No8	2.380							
No10	2.000	1381.27	13.81	62.50	37.50	22 52		
No16	1.190							
No20	0.840							
No30	0.590							
No40	0.425	1374.08	13.74	76.24	23.76	15 35		
No 50	0.300						% GRAVA 48.69 % ARENA 35.27 % FINOS 16.04 D 10 = --- D 30 = 1.141 D 60 = 6.808 Cu = --- Cc = ---	
No80	0.180						OBSERVACIONES :	
No100	0.149							
No200	0.075	771.70	7.72	83.96	16.04	5 20		
BASE		1603.95	16.04	100.00	0.00			
TOTAL		10000.00	100.00					
% PERDIDA		16.04	0.16					

Nota. Laboratorio de mecánica de suelos

En relación al afirmado de acuerdo a la categorización SUCS se encuadra en el grupo SC, según la categorización de AASTHO se encuadra en el grupo A-2-4(0), LL es 27.2, LP es 19.5 y un IP de 7.7.

Figura 10

Prueba de compactación modificada Proctor

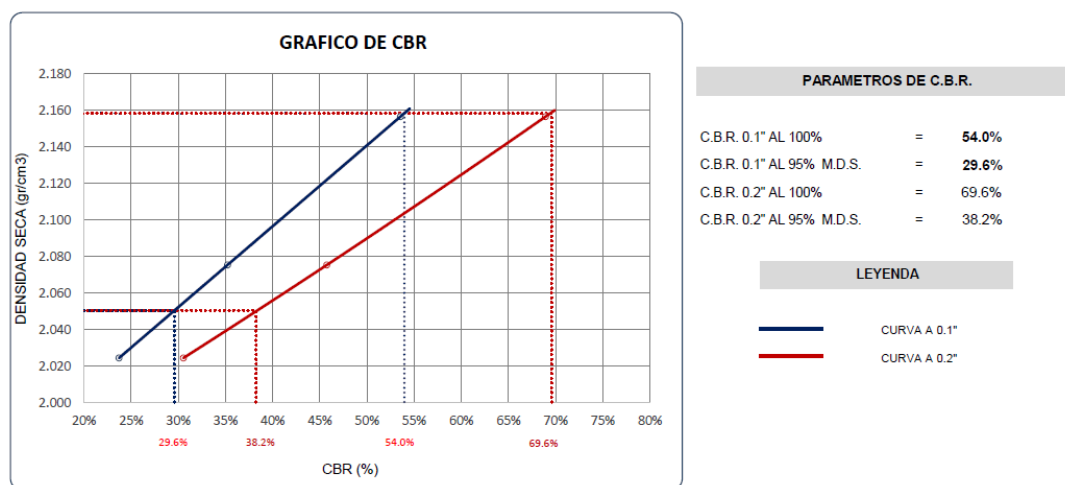


Nota. Pruebas técnicas de laboratorio de suelos.

Se pueden apreciar los resultados referentes al Prueba de compactación modificada Proctor en relación al afirmado, que se logra una DMS de 2.158 gr/cm³ y con un CH 7.39%.

Figura 11

Ensayo de cbr



Nota. Pruebas técnicas de laboratorio de suelos.

En el (CBR) del afirmado, examinamos los valores de CBR, para el 100% de MDS con una penetración de 0.1" es 54.0%.

4.1.3 DISEÑO SUELO CEMENTO

Para determinar la dosificación óptima de cemento que se debe utilizar, se utilizarán al menos 04 dosificaciones distintas, con los cuales se dibujará la curva: Dosificación vs Resistencia a Compresión Simple.

Tabla 9

Probetas de suelo cemento

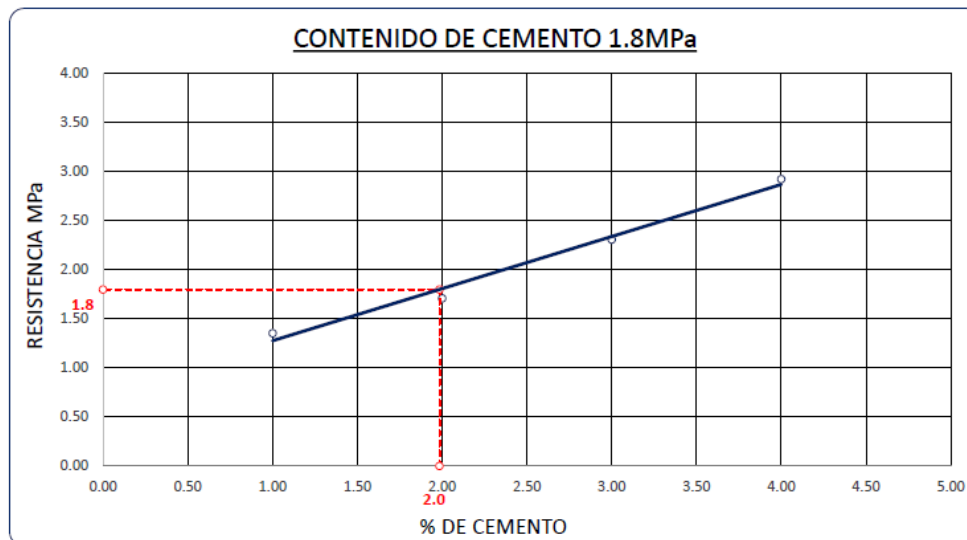
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CEMENTO	CARGA	Ø	ÁREA	ESF. ROTURA	PROMEDIO		FECHA		EDAD
	(%)	(kg)	(cm)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	MPa	MOLDEO	ROTURA	(DIAS)
BRIQUETA DE PRUEBA 10.16 cm. x 20.26 cm.		1210.0	10.2	81.1	14.92			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.22 cm. x 20.19 cm.	1.00	1080.0	10.2	82.0	13.17	13.80	1.35	12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.21 cm. x 20.21 cm.		1090.0	10.2	81.9	13.31			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.24 cm. x 20.22 cm.		1350.0	10.2	82.4	16.39			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.22 cm. x 20.27 cm.	2.00	1440.0	10.2	82.0	17.55	17.43	1.71	12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.20 cm. x 20.25 cm.		1500.0	10.2	81.7	18.36			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.18 cm. x 20.21 cm.		2020.0	10.2	81.4	24.82			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.18 cm. x 20.18 cm.	3.00	1930.0	10.2	81.4	23.71	23.54	2.31	12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.16 cm. x 20.24 cm.		1790.0	10.2	81.1	22.08			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.20 cm. x 20.24 cm.		2460.0	10.2	81.7	30.11			12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.23 cm. x 20.19 cm.	4.00	2420.0	10.2	82.2	29.44	29.82	2.92	12/08/2024	19/08/2024	7
BRIQUETA DE PRUEBA 10.17 cm. x 20.28 cm.		2430.0	10.2	81.2	29.91			12/08/2024	19/08/2024	7

Nota. Laboratorio de mecánica de suelos

Como se puede evaluar en la tabla, se utilizaron 4 dosificaciones distintas, con los cuales se dibujará la curva: Dosificación vs Resistencia Simple, con el objetivo de lograr la dosificación óptima.

Figura 12

Dosificación vs resistencia a compresión



Nota. Laboratorio de mecánica de suelos

Como se muestra en la figura para la obtención de la dosificación óptima se trazó una curva dosificación vs resistencia a compresión simple, cuyo resultado es 2% de cemento a emplearse.

4.1.4 ESTABILIZACIÓN SUELO CEMENTO + ACEITE SULFONADO

Se realizaron las siguientes dosis de suelo cemento y aceite sulfonado:

- Suelo.cemento+ 0.00 L/m³ aceite sulfonado
- Suelo.cemento+ 0.20 L/m³ aceite sulfonado
- Suelo.cemento+ 0.28 L/m³ aceite sulfonado
- Suelo.cemento+ 0.35 L/m³ aceite sulfonado

4.1.4.1 Durabilidad y Resistencia del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado.

Tabla 10

Dosis optima de aceite sulfonado, según el (MTC 2015)

ENSAYO / NORMATIVA		SUELO CEMENTO (patrón)	SUELO CEMENTO + ACEITE SULFONADO		
			Dosis según ficha técnica		
			min.	prom.	max.
			0.20	0.28	0.35
			Lt/m3	Lt/m3	Lt/m3
HUMEDECIMIENTO Y SECADO (Durabilidad)	Normativa MTC		14 % de Pérdida Máxima		
	Resultados obtenidos	15.4%	14.2%	10.6%	9.8%
	condición	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Normativa MTC		1.8 Mpa mínimo (MTC E 1103)		
	Resultados obtenidos	1.82	2.11	2.43	2.85
	condición	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
ENSAYO DE CBR	Normativa MTC		100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)		
	Resultados obtenidos	82.9%	97.5%	115.3%	124.2%
	condición	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
CALIFICACIÓN DOSIS		NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Comparación con la normativa MTC 2015, según los resultados de laboratorio de suelos

La dosis optima encontrada es de 0.28 lt/m3 cumple los parámetros mínimos y máximos requeridos:

La durabilidad que se determina mediante el ensayo de Humedecimiento - Secado, según norma nos pide una pérdida máxima del 14%, según el tipo de suelo, en este caso nuestra clasificación AASHTO es A-2-4(0), cumpliendo estos parámetros, nuestra pérdida máxima que es de 10.6%. CUMPLE.

La resistencia simple, según norma nos pide a 1.8 MPa mínimo, cumpliendo este parámetro, esfuerzo de rotura es de 2.43 MPa. CUMPLE.

El siguiente parámetro que nos pide la Norma es el CBR mínimo al 100% cumpliendo este parámetro nuestro CBR resultado de 115.3%. CUMPLE.

4.1.4.2 Durabilidad del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado en Proporciones Diferentes

Se presenta a continuación la tabla del ensayo de humedecimiento y secado (DURABILIDAD), donde se presentan las distintas dosificaciones de aceite sulfonado en relación al suelo cemento.

Tabla 11

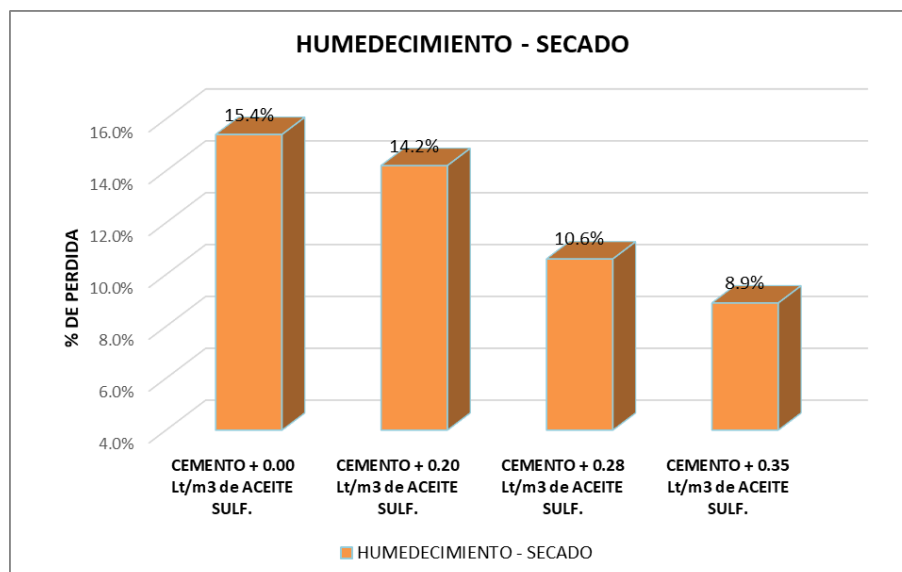
Ensayo de humedecimiento y secado (Durabilidad)

DESCRIPCIÓN	FECHA	MUESTRA		CLASIFICACIÓN		H - S
		MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SUSC	AASHTO	%
MUESTRAS SUELO CEMENTO						
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 01	CEMENTO + 0.00 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	15.4%
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 02	CEMENTO + 0.20 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	14.2%
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 03	CEMENTO + 0.28 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	10.6%
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 04	CEMENTO + 0.35 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	8.9%

Nota. Resultados obtenidos de laboratorio de suelos

Figura 13

Resultados de Humedeciendo- Secado



Nota. Resultados obtenidos con las diferentes proporciones

La figura refleja que los resultados de Humedecimiento - Secado con la utilización de aceite sulfonado se puede observar que según se incrementa la dosificación el H-S va descendiendo, es así que para 0.0lt/m³, 0.20lt/m³, 0.28lt/m³ y 0.35lt/m³ el H-S es de 15.4%, 14.2%, 10.6% y 8.9% en el mismo orden, así, se puede notar que un aumento en la dosis de aceite sulfonado potencia las cualidades del suelo, tales como la densidad, consistencia, resistencia y durabilidad, en comparación con el suelo cemento.

4.1.4.3 Resistencia del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado en Proporciones Diferentes

Tabla 12

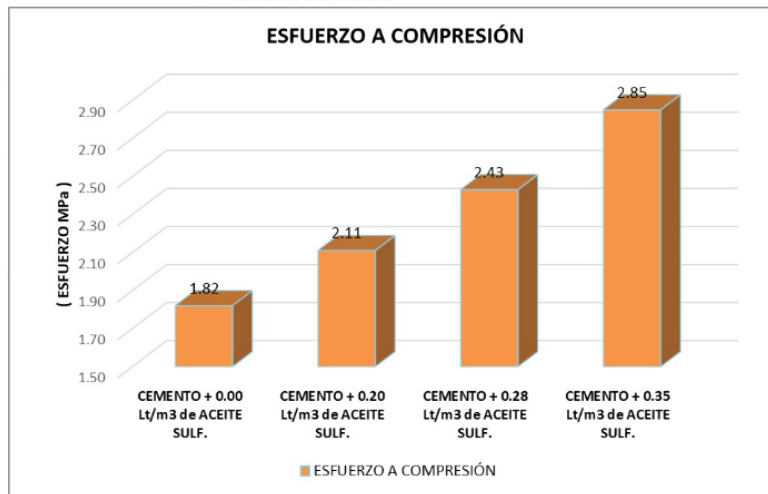
Ensayo de resistencia a compresión

DESCRIPCIÓN	FECHA	MUESTRA		CLASIFICACIÓN		ESFUERZO
		MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SUSC	AASHTO	Mpa
MUESTRAS SUELO CEMENTO						
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 01	CEMENTO + 0.00 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	1.82
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 02	CEMENTO + 0.20 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.11
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 03	CEMENTO + 0.28 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.43
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 04	CEMENTO + 0.35 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.85

Nota. Se muestra los resultados obtenidos de laboratorio

Figura 14

Resultados de resistencia a compresión



Nota. En la figura se observa los resultados obtenidos del ensayo de esfuerzo a compresión

Se puede observar que los resultados de ESFUERZO A COMPRESION con la inclusión de aceite sulfonado respecto al suelo cemento, que según se incrementa la dosificación la resistencia a compresión mejora considerablemente, es así que para 0.0lt/m³, 0.20lt/m³, 0.28lt/m³ y 0.35lt/m³ la resistencia a compresión es de 1.82 KN, 2.11KN, 2.43KN y 2.85KN respectivamente.

4.1.4.4 CBR del Suelo Cemento Adicionando Aceite Sulfonado en Proporciones Diferentes.

Tabla 13

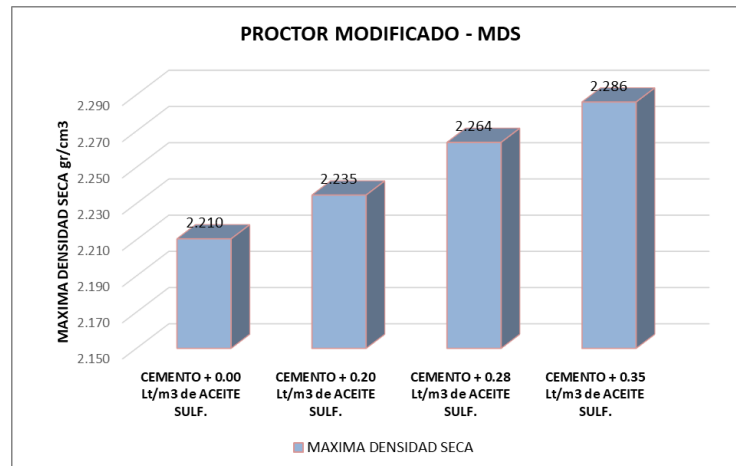
Ensayos de Proctor modificado y CBR

DESCRIPCIÓN	FECHA	MUESTRA		CLASIFICACIÓN		PROCTOR		CBR		ESFUERZO Mpa
		MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SUSC	AASHTO	M.D.S	O.C.H	95%	100%	
MUESTRAS SUELO CEMENTO										
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 01	CEMENTO + 0.00 Lt/m3 de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.210	7.6%	45.0%	82.9%	1.82
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 02	CEMENTO + 0.20 Lt/m3 de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.235	7.0%	51.6%	97.5%	2.11
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 03	CEMENTO + 0.28 Lt/m3 de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.264	6.7%	61.6%	115.3%	2.43
SUELO - CEMENTO	19-08-24	M - 04	CEMENTO + 0.35 Lt/m3 de ACEITE SULF.	SC	A-2-4 (0)	2.286	6.6%	64.2%	124.2%	2.85

Nota. En la tabla se aprecia los resultados obtenidos de laboratorio de suelos

Figura 15

Proctor modificado - MDS

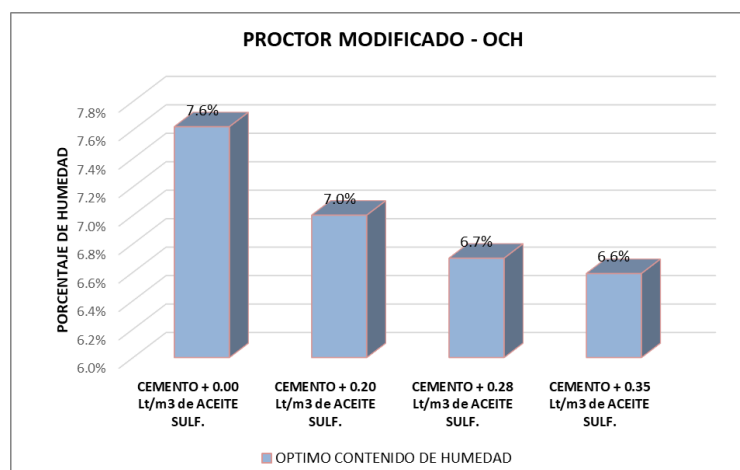


Nota. En la figura se puede apreciar los resultados obtenidos de máxima densidad seca

La figura refleja los resultados de la MDS cuando se adiciona aceite sulfonado con cantidades de de 0.0lt/m³, 0.20lt/m³, 0.28lt/m³ y 0.35lt/m³, la DMS es de 2.210 gr/cm³, 2.235 gr/cm³, 2.264 gr/cm³ y 2.286 gr/cm³ en el mismo orden. Esto demuestra que a mayor dosis de aceite sulfonado, la MDS aumenta significativamente.

Figura 16

Proctor modificado - OCH

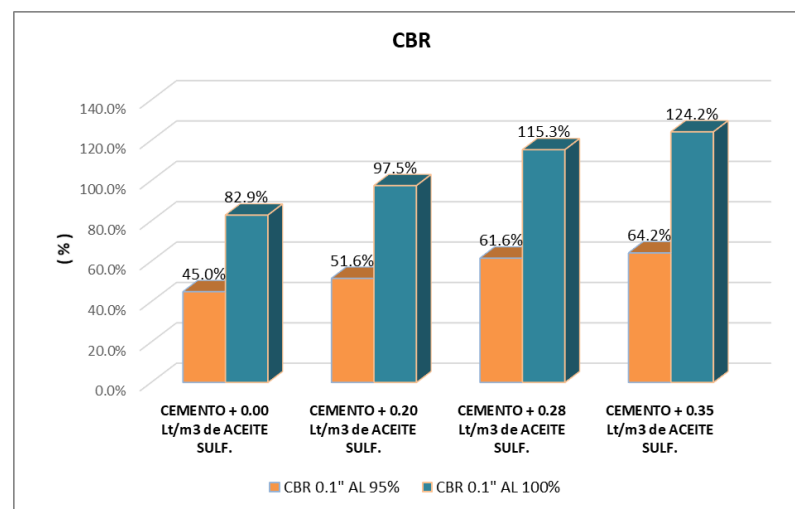


Nota. En la figura se verifica los resultados obtenidos de laboratorio

La figura refleja los resultados del OCH con la dosificación de aceite sulfonado, es evidente que conforme se eleva la cantidad de dosificación, el OCH disminuye. Por ejemplo, para 0.00lt/m^3 , 0.200lt/m^3 , 0.280lt/m^3 y 0.350lt/m^3 , el OCH se sitúa en 7.6%, 7.0%, 6.7% y 6.6% respectivamente.

Figura 17

Ensayo de CBR



Nota. En el grafica se aprecia resultados obtenidos de laboratorio

Nos muestra el análisis resumido de los resultados que se lograron en el ensayo de CBR al suelo cemento y asimismo, con la incorporación de aceite sulfonado en sus distintas dosificaciones, con CBR a un 100% y CBR a 95%, y una penetración de 1", se observa que el suelo cemento al 100% alcanzó un CBR de 82.9%, mientras que al 95% fue de 45.0%, por otro lado para el suelo cemento con adición **0.20 lt/m³** de aceite sulfonado a un 100% fue 97.5% y al 95% 51.6%, asimismo para la dosis de **0.28 lt/m³** de aceite sulfonado a un 100% fue 115.3% y al 95% fue de 61.6%, y finalmente para la dosis de **0.35lt/m³** de aceite sulfonado a un 100% resulto con 124.2% y al 95% nos presentó 64.2%, así, se puede notar

que al aumentar la dosis de aceite sulfonado, el CBR se eleva considerablemente en comparación con el suelo cemento.

4.2 PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

DURABILIDAD Y RESISTENCIA DE PROBETAS DE SUELO CEMENTO + ACEITE SULFONADO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

En el marco de este análisis estadístico, se exponen los resultados obtenidos con el objetivo de verificar la validez de la Hipótesis General. Para ello, se realizó un análisis adecuado utilizando la prueba de relación proporcional, que nos permite examinar las posibles asociaciones entre las variables en estudio y comprobar la hipótesis propuesta a través de un enfoque estadísticamente riguroso.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Con el fin de establecer el nivel de aceptación, se tomó en cuenta la siguiente tabla, asumiendo un valor de dosis óptima de 0.20 Lt/m³.

Tabla 14

Prueba de hipótesis general

DATOS OBTENIDOS		
N°	CALICATAS	DOSIS
		Lt/m ³
1	PATRON	0.000
2	C + 0.20 Lt/m ³ de A. SULF	0.200
3	C + 0.28 Lt/m ³ de A. SULF	0.280
4	C + 0.35 Lt/m ³ de A. SULF	0.350
Cantidad		4

Nota. En la tabla se muestra la prueba de hipótesis con las distintas dosificaciones de aceite sulfonado

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 15

Resultados estadísticos hipótesis general

ESTADÍSTICA	RESULTADOS	
Valor Maximo	0.350	Lt/m ³
Valor Minimo	0.000	Lt/m ³
Valor Promedio	0.208	Lt/m ³
Desv. Estándar	0.151	

Nota. Resultado de desviación estándar obtenido

D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Se formuló la hipótesis con el objetivo de verificar si el valor de la dosis óptima excede los 0.20 Lt/m³. Para llevar a cabo este análisis, se optó por utilizar la distribución T de Student, dada la naturaleza de la muestra pequeña y los datos de tipo cuantitativo.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-Ho: $u = 0.20$ Lt/m³ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de DOSIS OPTIMA **SI** son iguales a 0.20 Lt/m³.

-Ha: $u \neq 0.20$ Lt/m³ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de DOSIS OPTIMA **NO** son iguales a 0.20 Ltm³

-Como la muestra es "n" = 4 la estadística de prueba de hipótesis es:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

La distribución utilizada sigue una distribución "T" con n-1 = 3 grados de libertad, considerando un nivel de significancia del 5%. Además, se asume que la población presenta una distribución cercana a la normalidad.

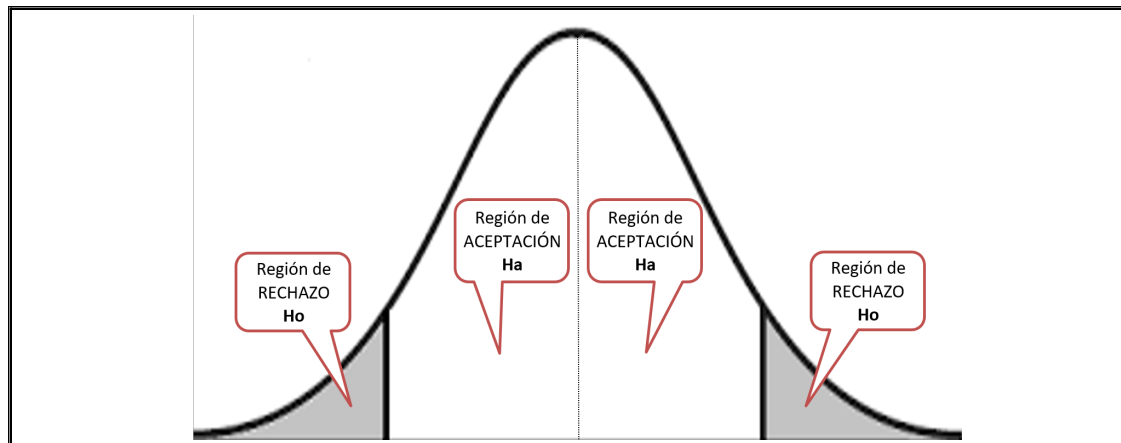
- Zona de rechazo o crítica: $T_1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.271$

Zona sombreada = región de RECHAZO

Zona no sombreada = región de ACEPTACIÓN

Figura 18

Diagrama para testear la hipótesis general



Nota. Resultados de rechazo y aceptación de la hipótesis general

F. De los resultados se tiene:

Promedio: \bar{X} = 0.208 Lt/m³

Desviación_estándar: σ = 0.151

Tamaño de muestra: n = 4

Reemplazando resultados en la fórmula:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1}/\sqrt{n}} = T_c = 0.099$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Como $T_c = 0.099$ es $>$ que $T_t = 0.011$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), lo que implica que la evidencia proporcionada por los datos de la muestra es suficiente para concluir que el promedio de los valores de Proctor Modificado supera los 2.000 Lt/m³, en comparación con el valor de referencia, con un coeficiente de significancia del 5%.

4.2.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO 01

HUMEDECIMIENTO Y SECADO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

En el análisis de hipótesis estadística llevado a cabo, se exponen los resultados obtenidos con el fin de evaluar la hipótesis específica planteada. Para ello, se realizó el análisis estadístico pertinente, aplicando la prueba de relación proporcional como método de verificación.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Para establecer el nivel de aceptación, se tomó en cuenta la siguiente tabla, asumiendo un valor de durabilidad del 0.00%.

Tabla 16

Prueba de hipótesis específica 01

DATOS OBTENIDOS		
N°	CALICATAS	H-S
		%
1	C + 0.00 Lt/m ³ de A. SULF	0.00
2	C + 0.20 Lt/m ³ de A. SULF	1.20
3	C + 0.28 Lt/m ³ de A. SULF	4.80
4	C + 0.35 Lt/m ³ de A. SULF	6.50
Cantidad		4

Nota. Prueba de hipótesis con las distintas dosificaciones de aceite sulfonado

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 17

Resultados estadísticos hipótesis específica 01

ESTADÍSTICA	RESULTADOS	
Valor Máximo	6.50	%
Valor Mínimo	0.00	%
Valor Promedio	3.13	%
Desv. Estándar	3.04	



Nota. Resultado de desviación estándar

D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Se formuló la hipótesis con el objetivo de verificar si el valor de durabilidad excede el 0.00%. Para este análisis, se optó por utilizar la distribución T de Student, debido a que la muestra es pequeña y los datos son cuantitativos.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-Ho: $u \leq 0.00\%$ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de DURABILIDAD **NO** es superiores a 0.00%

-Ha: $u > 0.00\%$ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de DURABILIDAD **SI** son superiores a 0.00 %.

-Como la muestra es "n" = 4 la estadística de prueba de hipótesis es:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

La distribución utilizada sigue una distribución "T", con $n-1 = 3$ grados de libertad y un nivel de significancia del 5%. Asimismo, se asume que la población sigue una distribución cercana a la normalidad.

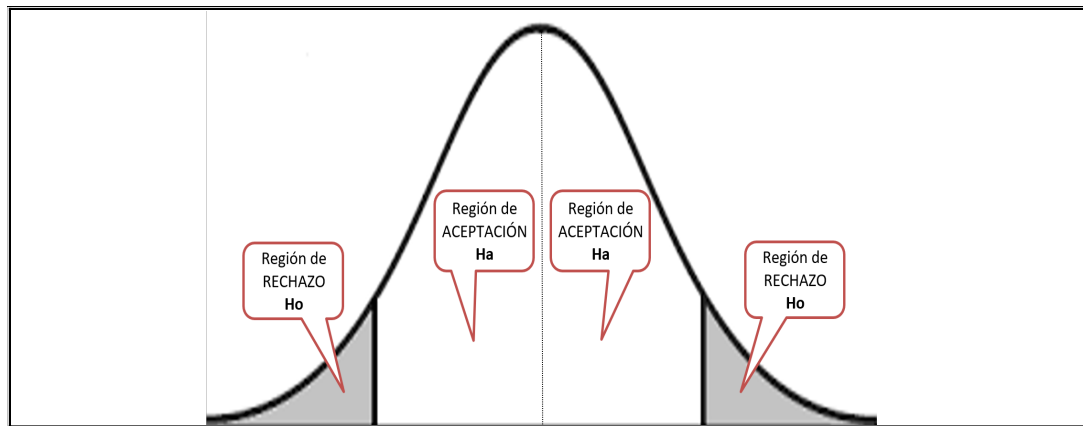
- Zona de rechazo o crítica: $T_1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.230$

Zona sombreada = región de RECHAZO

Zona no sombreada = región de ACEPTACIÓN

Figura 19

Diagrama para testear la hipótesis específica 01



Nota. Resultados de rechazo y aceptación de la hipótesis específica 1

F. De los resultados se tiene:

Promedio: $\bar{X} = 3.10 \%$

Desviación estándar: $\sigma = 3.037$

Tamaño de muestra: $n = 4$

Reemplazando resultados en la fórmula:

$$T_c = \frac{x - u}{\frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}} = T_c = 2.058$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Dado que el valor calculado de $T_c = 2.058$ es superior al valor crítico de $T_t = 0.230$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a). Esto indica que la muestra proporciona suficiente evidencia para concluir que el promedio de los valores de durabilidad es superior al 0.00% en comparación con el valor de referencia, con un coeficiente de significancia del 5%.

4.2.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO 02

ESFUERZO A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

En el marco de esta prueba de hipótesis estadística, se exponen los resultados obtenidos con el propósito de evaluar la hipótesis específica formulada. Para ello, se llevó a cabo el análisis estadístico pertinente, utilizando la prueba de relación proporcional como herramienta principal.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Con el fin de establecer el nivel de aceptación, se tomó en cuenta la siguiente tabla, considerando un valor de esfuerzo a compresión de 1.80 MPa.

Tabla 18

Prueba de hipótesis específica 02

DATOS OBTENIDOS		
N°	CALICATAS	ESF. Mpa
1	C + 0.00 Lt/m ³ de A. SULF	1.820
2	C + 0.20 Lt/m ³ de A. SULF	2.110
3	C + 0.28 Lt/m ³ de A. SULF	2.430
4	C + 0.35 Lt/m ³ de A. SULF	2.850
Cantidad		4

Nota. Prueba de hipótesis con las distintas dosificaciones de aceite sulfonado

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 19

Resultados estadísticos de hipótesis específica 02

ESTADÍSTICA	RESULTADOS	
Valor Máximo	2.850	Mpa
Valor Mínimo	1.820	Mpa
Valor Promedio	2.303	Mpa
Desv. Estándar	0.442	

Nota. Resultado de desviación estándar de la hipótesis específica 2

D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Se formuló la hipótesis con el objetivo de verificar si el valor del esfuerzo a compresión supera los 1.80 MPa. Para este análisis, se optó por utilizar la distribución T de Student, dado que la muestra es pequeña y los datos son de tipo cuantitativo.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-Ho: $u \leq 1.80\text{Mpa}$ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de ESFUERZO A COMPRESIÓN **NO** son superiores a 1.80 Mpa.

-Ha: $u > 1.80\text{Mpa}$ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de ESFUERZO A COMPRESIÓN **SI** son superiores a 1.80Mpa

-Como la muestra es "n" = 4 la estadística de prueba de hipótesis es:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

La distribución utilizada es una distribución "T", con $n-1 = 3$ grados de libertad y un nivel de significancia del 5%. Además, se asume que la población sigue una distribución aproximadamente normal.

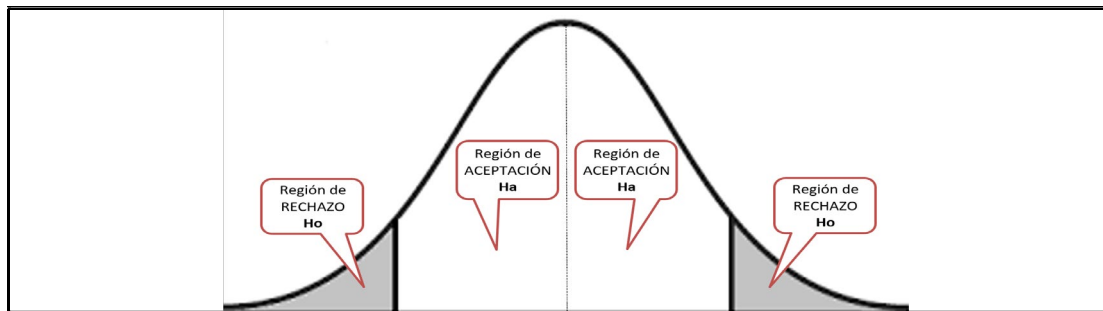
- Zona de rechazo o crítica: $T_1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.254$

Zona sombreada = región de RECHAZO

Zona no sombreada= región de ACEPTACIÓN

Figura 20

Diagrama para testear la hipótesis específica 02

**Nota.** Resultados de rechazo y aceptación de la hipótesis específica 2

F. De los resultados se tiene:

Promedio: \bar{X} = 2.303 MpaDesviación estándar: σ = 0.442Tamaño de muestra: n = 4

Reemplazando resultados en la fórmula:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1}/\sqrt{n}} = T_c = 2.274$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Dado que el valor calculado de $T_c = 2.274$ es mayor que el valor crítico de $T_t = 0.254$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a). Esto significa que la muestra proporciona suficiente evidencia para concluir que el promedio de los valores de esfuerzo a compresión es superior a 1.80 MPa, en comparación con el valor de referencia, con un coeficiente de significancia del 5%.

4.2.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO 03

CBR DE LABORATORIO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

En el marco de esta prueba de hipótesis estadística, se detallan los resultados para comprobar la hipótesis ESPECÍFICA, efectuamos el análisis estadístico correspondiente haciendo uso de la prueba de relación proporcional.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Para establecer el nivel de aceptación, se tomó en cuenta la siguiente tabla, considerando un valor de CBR de laboratorio del 100.0%.

Tabla 20

Prueba de hipótesis específica 03

DATOS OBTENIDOS		
N°	CALICATAS	CBR %
1	C + 0.00 Lt/m ³ de A. SULF	82.9
2	C + 0.20 Lt/m ³ de A. SULF	97.5
3	C + 0.28 Lt/m ³ de A. SULF	115.3
4	C + 0.35 Lt/m ³ de A. SULF	124.2
	Cantidad	4

Nota. Prueba de hipótesis con las diferentes dosificaciones

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 21

Resultados estadísticos hipótesis específica 03

ESTADÍSTICA	RESULTADOS	
Valor Máximo	124.20	%
Valor Mínimo	82.90	%
Valor Promedio	104.98	%
Desv. Estándar	18.43	

Nota. Resultado de desviación estándar



D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Se formuló la hipótesis con el objetivo de verificar si el valor del CBR de laboratorio excede el 100.0%. Para este análisis, se optó por utilizar la distribución T de Student, dado que la muestra es pequeña y los datos son de tipo cuantitativo.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-**Ho**: $u \leq 100.0\%$ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de CBR DE LABORATORIO **NO** son superiores a 100.0%

-**Ha**: $u > 100.0\%$ el promedio de los valores hallados en el laboratorio de CBR DE LABORATORIO **SI** son superiores a 100.0%

-Como la muestra es "n" = 4 la estadística de prueba de hipótesis es:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

La distribución empleada sigue una distribución "T", con n-1 = 3 grados de libertad y un nivel de significancia del 5%. Además, se asume que la población tiene una distribución cercana a la normal.

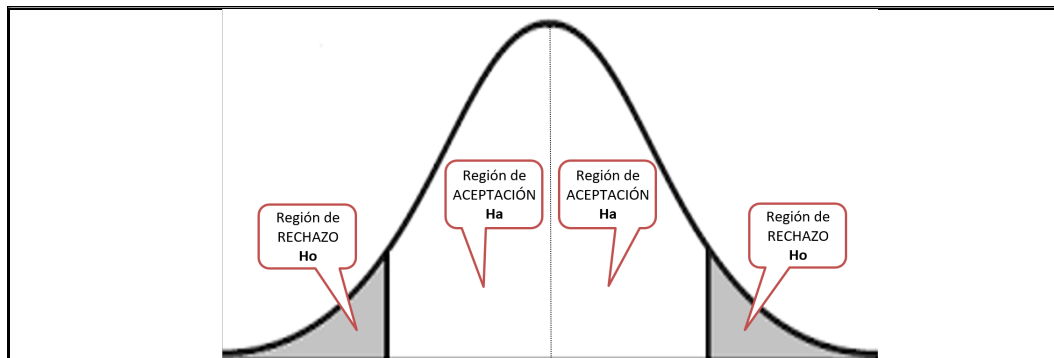
- Zona de rechazo o crítica: $T_1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.060$

Zona sombreada = región de RECHAZO

Zona no sombreada = región de ACEPTACIÓN

Figura 21

Diagrama para testear la hipótesis específica 03



Nota. Resultados de rechazo y aceptación de la hipótesis específica 3

F. De los resultados se tiene:

Promedio: \bar{X} = 105.0%

Desviación estándar: σ = 18.434

Tamaño de muestra: n = 4

Reemplazando resultados en la fórmula:

$$Tc = \frac{x - u}{\sigma_{n-1}/\sqrt{n}} = Tc = 0.540$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Como $Tc = 0.540$ es mayor que $Tt = 0.060$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), lo que indica que la muestra proporciona suficiente evidencia para concluir que el promedio de los valores del CBR de laboratorio es superior al 100.0%, en comparación con el valor de referencia, con un coeficiente de significancia del 5%.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se propuso como meta principal determinar la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionado aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024. Según Lina e tal. (1993), La durabilidad puede describirse como la capacidad de un material de preservar su integridad cuando se expone a la influencia de elementos externos. Dentro de los métodos para valorar la durabilidad se incluyen la reducción de peso o la transformación en la absorción o expansión al concluir un tiempo o número de repeticiones de una acción cíclica, siguiendo el caso del secado y mojado. En este estudio, a través de los hallazgos logrados a través de la ejecución de pruebas, se evidenció que el aceite sulfonado tiene un impacto en la optimización de las características del afirmado. Según el (MTC 2015), la dosis óptima que cumple según norma es de **0.28 lt/m³** de aceite sulfonado, para el cual tenemos los siguientes resultados:

- La durabilidad que se determina mediante el ensayo de Humedecimiento –Secado, según norma nos pide una pérdida máxima del 14%, dependiendo del tipo de suelo, en este caso nuestra clasificación AASHTO es A-2-4(0), cumpliendo estos parámetros, nuestra pérdida máxima que es de 10.6%.
- La resistencia compresiva simple, según norma nos pide a 1.8 MPa mínimo, cumpliendo este parámetro, esfuerzo de rotura es de 10.6%.
- El siguiente parámetro que nos pide la Norma es el CBR mínimo al 100% cumpliendo este parámetro nuestro CBR resultado de 115.3%

Se planeó como primer objetivo, la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes del tramo de la carretera Caracoto desvió Huata. La durabilidad de un material se refiere a su habilidad para preservar su integridad estructural independientemente de las condiciones a las que se encuentra sometido. De acuerdo con Marcon (1977), los factores clave que inciden en la solidez estructural de materiales estabilizados son las condiciones del entorno (fluctuaciones de temperatura y humedad) y las exigencias establecidas, que finalmente debilitan la misma. En esta investigación se



logró que la durabilidad en proporciones diferentes para 0.0 lt/m³, 0.20 lt/m³, 0-28 lt/m³ y 0.35 lt/m³ resultaron con una pérdida de desgaste de 15.4%, 14.2%, 10.6% y 8.9% respectivamente.

En el segundo objetivo particular, se debía determinar la resistencia de la mezcla suelo-cemento a la que se había añadido aceite sulfonado en cantidades variables a lo largo del segmento de la carretera que une Caracoto y Huata. Según el sistema IMCYC (suelo-cemento), la resistencia a la compresión simple de las combinaciones suelo-cemento es una medida del grado de interacción del suelo con el cemento y el agua. La resistencia a la compresión simple aumenta progresivamente a lo largo del tiempo. Los resultados que se obtienen vienen determinados por una serie de factores, entre los que se incluyen los siguientes: el contenido y la clase de cemento; la energía de compactación que se utiliza; la eficacia que se consigue en la mezcla; el tipo y el volumen de materia orgánica, sales y materiales deletéreos presentes en el suelo; la cantidad y la calidad del agua; el tiempo transcurrido tras la mezcla y la compactación; la duración del curado y el método que se utiliza; y las propiedades y características. En el transcurso de esta investigación, se comprobó que la resistencia a la compresión del suelo cemento es de 1,82 MPa. Además, las pruebas que se realizaron en el suelo cemento aplicando aceite sulfonado en varias proporciones para 0,20 lt/m³, 0-28 lt/m³, y 0,35 lt/m³ dieron como resultado una tensión a la rotura de 2,11 MPa, 2,43 MPa, y 2,85 MPa respectivamente.

Cuando se trató de la parte de la carretera de circunvalación Caracoto-Huata, el tercer propósito específico fue evaluar el CBR del suelo cemento al que se le había agregado aceite sulfonado en cantidades variables. De acuerdo con Ravines (2010), el CBR de un suelo es la carga unitaria que equivale a una penetración de 0,1 pulgadas o 0,2 pulgadas expresada en términos porcentuales. Los ensayos CBR se realizan sobre materiales compactados y con un porcentaje de humedad adecuado, que se consigue mediante el ensayo de compactación Proctor. En este estudio, fue posible obtener valores de CBR del



100% para las pruebas que se realizaron en el suelo compactado (suelo cemento), lo que dio como resultado un 82,9%. Además, para las pruebas que se llevaron a cabo aplicando aceite sulfonado en proporciones de 0,20 lt/m³, 0-28 lt/m³, y 0,35 lt/m³, los valores de CBR fueron 97,5%, 115,3%, y 124,2% respectivamente. Utilizando aceite sulfonado y cemento en la muestra 1, se alcanzaron valores de 129.00%, 240.00% y 280.00% en el mismo orden; en la muestra 2, se alcanzaron valores de 72.500%, 121.00% y 224.00% en el mismo orden; y en la muestra 3, utilizando aceite sulfonado y cemento, se alcanzaron valores de 83,80%, 146.00% y 256.00% en el mismo orden. Esto fue determinado por la investigación realizada por Manrique (2021). Con base en los resultados de los ensayos proctor que se realizaron, se encontró que los valores de CBR alcanzados para las tres muestras de suelo natural fueron 42,30%, 82% y 78% en el mismo orden.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se determinó, la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado del tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024, mediante los ensayos de laboratorio llevados a cabo en diversas muestras del afirmado y encontrando la Dosis optima de aceite sulfonado, según (MTC 2015), **la dosis optima que cumple según norma es de 0.28 lt/m³**

SEGUNDA: Se determinó la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes del tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024, por medio del ensayo de Humedecimiento – Secado (Durabilidad), disminuye de manera significativa el porcentaje de perdida en con respecto al suelo cemento (patrón) con un valor de 15.4%; en cuanto a un suelo cemento + aceite sulfonado de (0.20 lt/m³, 0-28 lt/m³ y 0.35 lt/m³) resulta un porcentaje de pérdida de 14.2%, 10.6% y 8.9%respectivamente, **evidenciando que al incrementar gradualmente el aditivo, este reduce el porcentaje de pérdida y mejora significativamente la durabilidad de un suelo estabilizado.**

TERCERA: Se determinó la resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes del tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024, por medio del ensayo de Resistencia a Compresión Simple, aumenta significativamente el esfuerzo a compresión en referencia al suelo cemento(patrn) con un valor de 1.8 MPa; en cuanto a un suelo cemento + aceite sulfonado de (0.20 lt/m³, 0-28 lt/m³ y 0.35 lt/m³), se obtuvieron los valores de esfuerzo a compresión de 2.11 MPa, 2.43 MPa y 2.85 MPa respectivamente, **demonstrando que al incrementar gradualmente el aditivo se mejora el esfuerzo de compresión.**



CUARTA: Se determinó el CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes del tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto 2024, ayuda a aumentar el CBR en referencia al suelo cemento(patrón) con un valor de 82.9%; en cuanto a un suelo cemento + aceite sulfonado de (0.20 lt/m³, 0-28 lt/m³ y 0.35 lt/m³), se obtuvieron los valores de CBR de 97.5%, 115.3% y 124.2% respectivamente, **evidenciando que al utilizar el aditivo en diversas dosificaciones, se incrementa la capacidad de soporte del suelo.**



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Respecto a la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado, se recomienda incluir aceite sulfonado en construcciones de infraestructura vial en dosificaciones (0.50 lt/m³, 0.55 lt/m³, 0.60 lt/m³), para verificar la durabilidad y resistencia del suelo cemento y así obtener un valor de quiebre por exceso de aditivo.

SEGUNDA: Respecto a la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes, se recomienda realizar ensayos de DURABILIDAD con las dosificaciones de 0.40 lt/m³, 0.45 lt/m³ y 0.50 lt/m³ de aceite sulfonado, para así obtener un valor de quiebre, por exceso de aditivo.

TERCERA: Respecto a la resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes, se recomienda efectuar una mezcla homogénea del suelo mejorado mediante estabilizadores como el aceite sulfonado y el cemento, de manera que todas las partículas del suelo se encuentren en contacto con estos, con el objetivo de asegurar una mayor durabilidad y potenciar sus características físicas mecánicas, como la resistencia del suelo.

CUARTA: Respecto al CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes, se recomienda que se utilice el aceite sulfonado y el cemento en diferentes tipos de suelo para verificar si existe una mejora en su CBR. Además, se aconseja llevar a cabo pruebas de CBR con los niveles de 0.22 lt/m³, 0.24 lt/m³ y 0.26 lt/m³ de aceite sulfonado, para verificar el aumento en la capacidad de soporte del suelo estabilizado.



REFERENCIAS

- ARELLADO DELGADO, G. A., & GONZALES DIAZ, E. G. (2021). DOSIFICACIÓN EN PORCENTAJE DEL CEMENTO PORTLAND PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. LIMA, LIMA, PERU.
- CAMACHO TAUTA, J., REYES ORTIZ, O. J., & MAYORG ANTOLINEZ, C. (2008). Curado natural y acelerado de una arcilla, UNIVERSIDAD DEL NORTE COLOMBIA. BARRANQUILLA, COLOMBIA.
- CARDONA MORA, A. J., & DIAZ PINZON, G. (2012). Estabilización de subrasantes arcillosas con aceite sulfonado CBR-PLUS y cemento. *UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA*. BOGOTA, COLOMBIA.
- CRESPO VILLALAZ, C. (2004). *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*. BALDERAS, MEXICO: LIMUSA S.A. DE C.V.
- CUEVA MELGAREJO, D. A., & CHANG FARFAN, B. E. (2019). Estabilización de suelos arenosos adicionando cenizas volantes de carbón y cemento tipo I con fines de cimentación superficial en el asentamiento humano Villa los Jardines del distrito de Chimbote, Áncash -2019. CHIMBOTE, ANCASH, PERU.
- FICEM, F. I. (s.f.). EN SU AFAN DE PROFUNDIZAR Y DIFUNDIR EL CONOCIMIENTODEL ESTADO ACTUAL DEL USO DEL SUELO CEMENTO EN ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, ENCOMENDO LA PREPARACION DEL DOCUMENTO QUE PRESENTAMOS AL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL CEMNTO Y DEL CONCRETO(ISCYC) SUELO - CEMENTO.
- GUEVARA QUISPE, G. (2017). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADICIÓN DE RESIDUOS COMPATIBLES PARA LA CONSTRUCCION DE VIAS DE A CIUDAD DE JULIACA. JULIACA, PUNO, PERU.
- Gutiérrez Montes, C. A. (2010). Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de Magnesio (Bischofita) frente al Cloruro de Calcio. LIMA, LIMA, PERU.
- HANCCO CHAMBI, J. C. (2021). Estabilización de Suelos Cohesivos con Cal y Cemento para Mejorar la Subrasante de la Avenida Santa Rosa, Puno, 2021. LIMA, PERU.
- Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.).
- JIMENEZ CHUCUYA, I. F., & MACHACA CONDORI, H. R. (s.f.). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUBSUELO DE LA ZONA AZÁNGARO – SANTA MARÍA. AZANGARO, PUNO, PERU.
- MARCON.A.F. (1997). Durabilidad de modulo de elasticidad de misturas arena - cal - ceneiza volante. Dissertacao de Mestrado; Universidad Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. BRASIL.
- MTC. (2014). *MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*.
- PAEZ, J., & DIAZ, L. (2019). Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinamica a pequeñas deformciones de un material granular arcilloso 2019. BOGOTA.



- PROESTECH. (2017). FICHA TECNICA AL PROES 100. COLOMBIA.
- R.S., L. (2004). Estudo do comportamento mecánico de um solo laterítico estabilizado com cal aplicado a pavimentação. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. BRASIL.
- RAVINES MERINO, M. A. (2010). Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. UNIVERSIDAD DE PIURA, PERU.
- Roldán de Paz, J. (JULIO de 2010). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DE SODIO(NaCl) PARA BASES Y SUB BASES. GUATEMALA.
- Rondon Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2015). *Pavmentos: materiales, construccion y diseño*. Macro EIRL.
- S.A., L. D., & P.S.A., B. (1993). A estabilização dos solos III: Misturas solo-cal para fins rodoviários. Vicoso, MG: Universidade Federal de Vicoso. BRASIL.
- SUPO, J. (2014). Seminarios de Investigación Científica: Sinopsis del Libro y Carpeta de Aprendizaje. AREQUIPA: BIOESTADISTICO E.I.R.L.
- TORO, J. R. (2019). ESTUDIO DE LA TÉCNICA DE SUELO-CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN. BOGOTA, COLOMBIA.
- TUCTO, H. F. (2021). Estabilización de suelos con cloruro de sodio y cemento portland en la carretera departamental HIU - 108 tramo:Aeropuerto - Conchumayo - Churubamba, Huanuco. Conchumayo - Churubamaba, Huanuco, Peru.
- VALLE AREAS, W. A. (Setiembre de 2010). Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos. MADRID.
- Villalaz, C. (1979.). Mecánica de suelos y cimentaciones.
- ZAPANA, B. R. (2022). Estabilización de suelos arcillosos con polímeros reciclados a nivel de la subrasante de la carretera que une el C.P. de Santa María con AV. Circunvalación del distrito de San Miguel - San Román – Puno. SAN MIGUEL, SAN ROMAN, PUNO.



ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA



TEMA: DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

PROPIO: KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CRITERIOS DE VALORACIÓN	INSTRUMENTOS	DISEÑO
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuánto es la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata? ¿Cuánto es la resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata? ¿Cuánto es el CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar la durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata. Hallar la resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata. Determinar el CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL La durabilidad y resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, en la ciudad de Caracoto, 2024, LA DOSIS OPTIMA DE ACEITE SULFONADO SERÁ DE 0.20 LT/M3.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS La durabilidad del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto, MEJORARAN CONSIDERABLEMENTE LA DURABILIDAD DEL SUELO ESTABILIZADO. La resistencia del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata OPTIMIZARA EL ESFUERZO A COMPRESION El CBR del suelo cemento adicionando aceite sulfonado en proporciones diferentes en el tramo de la carretera Caracoto desvió Huata, MEJORARA SU CAPACIDAD SOPORTE.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.</p>	<p>-Sumersión de muestras en agua -Esfuerzo a compresión de suelos granulares</p> <p>-Parámetros de los suelos según normativa. -Control de calidad -Estándares de calidad</p>	<p>-Durabilidad de muestras de suelo cemento con adición de aceite sulfonado. - Resistencia de muestras de suelo cemento con adición de aceite sulfonado.</p> <p>-Granulometría -Límites de consistencia -Contenido de humedad de muestras -Proctor modificado -CBR de laboratorio -Resistencia a compresión simple - Humedecimiento secado</p>	<p>-Bueno -Regular -Malo</p> <p>-Alto -Medio -Bajo</p>	<p>-Laboratorio de mecánica de suelos -Prensa a compresión de testigos -Notas de campo -Cámara fotográfica -Cuaderno de apuntes</p> <p>-Exploración -Toma de muestras -Verificación -Laboratorio de suelos -Datos de campo -Autobiografías -Nota de campo -Análisis de documento -Cuadernos -Cámara fotográfica</p>	<p>DISEÑO Experimental</p> <p>ENFOQUE Cuantitativo</p> <p>NIVEL Explicativo</p> <p>TIPO Aplicada</p> <p>POBLACIÓN CIUDAD DE CARACOTO</p> <p>MUESTRA TRAMO (EMP. PE-3S (CARACOTO) - QUIVILLACA - EMP. PU-947)</p>



**CERTIFICADOS DE
LABORATORIO (ENSAYOS)**



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO:

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G.

PÁGINA:

DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS

FECHA	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PROF (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - % PASA TAMIZ			CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PROCTOR		CBR	
				3"	No 4	No 200		LL	LP	IP	SUSC	AASHTO	M.D.S	O.C.H	95%	100%	
05-08-24	Km 02+000	AFIRMADO	0.00m. - 0.30m.	100.0	48.7	14.3	6.84	27.5	19.7	7.8	GC	A-2-4 (0)	2.169	7.2%	29.1%	54.9%	
12-08-24	Km 02+000	TERRENO NATURAL	0.30m. - 1.50m.	100.0	92.7	39.3	9.85	27.1	20.6	6.5	SC - SM	A-4 (0)	1.896	12.8%	10.5%	15.5%	
05-08-24	Km 06+000	AFIRMADO	0.00m. - 0.30m.	100.0	50.1	15.0	6.31	27.0	19.6	7.4	SC	A-2-4 (0)	2.154	7.5%	29.4%	51.7%	
12-08-24	Km 06+000	TERRENO NATURAL	0.30m. - 1.50m.	100.0	91.8	45.3	9.81	27.3	20.5	6.8	SC - SM	A-4 (0)	1.927	12.2%	12.5%	18.6%	
05-08-24	Km 10+000	AFIRMADO	0.00m. - 0.30m.	100.0	51.3	16.0	6.08	27.2	19.5	7.7	SC	A-2-4 (0)	2.158	7.4%	29.6%	54.0%	
12-08-24	Km 10+000	TERRENO NATURAL	0.30m. - 1.50m.	100.0	95.5	48.0	12.07	27.2	20.4	6.7	SC - SM	A-4 (0)	1.922	12.3%	11.5%	17.4%	
				6	6	6	6	6	6	6	0	0	6	6	6	6	6
				100.0	71.7	29.7	8.5	27.2	20.1	7.2			2.038	9.9%	20.4%	35.4%	
				100.0	48.7	14.3	6.1	27.0	19.5	6.5			1.896	7.2%	10.5%	15.5%	
				100.0	95.5	48.0	12.1	27.5	20.6	7.8			2.169	12.8%	29.6%	54.9%	
				0.0	23.8	16.2	2.4	0.2	0.5	0.6			0.1	2.8%	9.8%	15.9%	
				0.0	564.6	261.5	5.9	0.0	0.3	0.3			0.0	0.1%	1.0%	4.0%	
				0.0	33.1	54.5	28.7	0.7	2.5	7.7			6.6	28.3	48.0	56.3	
				n													
				Xp													
				MIN													
				MAX													
				DESV. ESTANDAR													
				VARIANZA													
				COEF. DE VARIACION													

de ensayos de laboratorio


Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		CODIGO:	RUC - 20606762357
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G.		PÁGINA:	

DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS

FECHA	MUESTRA		LIMITES			CLASIFICACIÓN		PROCTOR		CBR		ESFUERZO Mpa	H - S %
	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	LL	LP	IP	SUSC	AASHTO	M.D.S	O.C.H	95%	100%		
19-08-24	M - 01	CEMENTO + 0.00 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	26.9	20.7	6.2	SC	A-2-4 (0)	2.210	7.6%	45.0%	82.9%	1.82	15.4%
19-08-24	M - 02	CEMENTO + 0.20 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	26.7	21.0	5.7	SC	A-2-4 (0)	2.235	7.0%	51.6%	97.5%	2.11	14.2%
19-08-24	M - 03	CEMENTO + 0.28 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	26.5	21.4	5.1	SC	A-2-4 (0)	2.264	6.7%	61.6%	115.3%	2.43	10.6%
19-08-24	M - 04	CEMENTO + 0.35 Lt/m ³ de ACEITE SULF.	26.3	22.1	4.2	SC	A-2-4 (0)	2.286	6.6%	64.2%	124.2%	2.85	8.9%

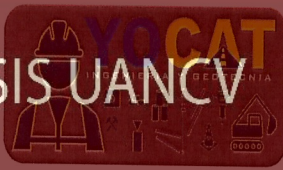
CEMENTO


Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE





TESIS UANCV



"INGENIERIA Y GEOTECNIA"
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CALICATAS DE EXPLORACIÓN



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

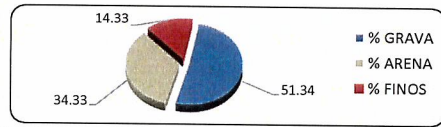
FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 01

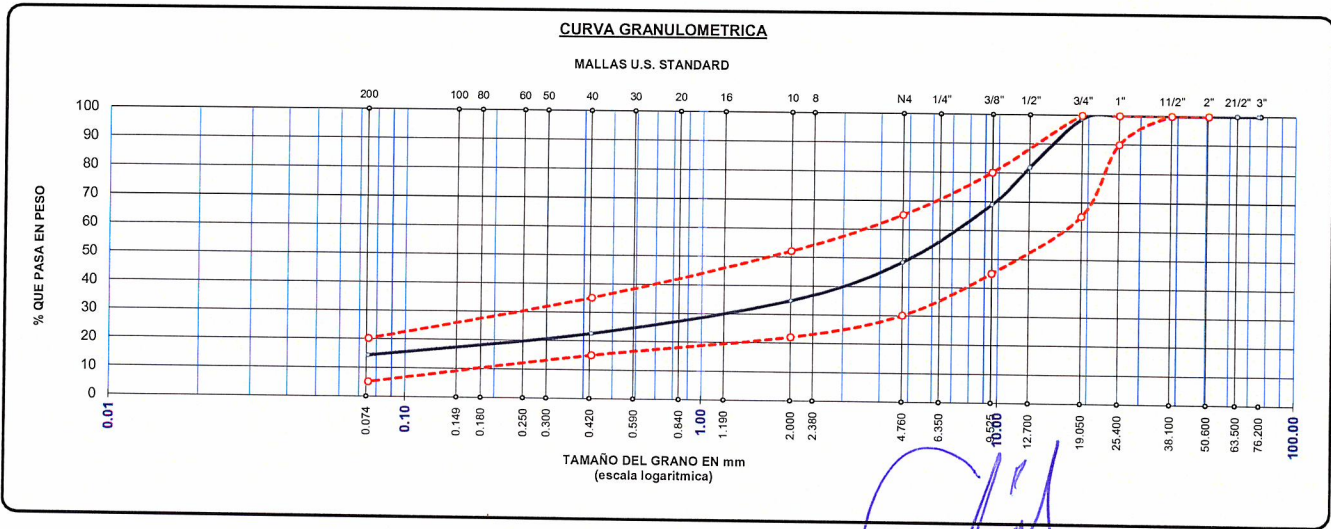
PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.84
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.53
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.73
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.80
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC
3/4"	19.000	125.00	1.25	1.25	98.75	65 100	CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	1685.00	16.85	18.10	81.90		
3/8"	9.500	1291.00	12.91	31.01	68.99	45 80	
1/4"	6.350						
No4	4.760	2033.00	20.33	51.34	48.66	30 65	
No8	2.380						
No10	2.000	1382.92	13.83	65.17	34.83	22 52	
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	1222.34	12.22	77.39	22.61	15 35	
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	828.19	8.28	85.67	14.33	5 20	
BASE		1432.55	14.33	100.00	0.00		
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		14.33	0.14				



% GRAVA	51.34	% ARENA	34.33	% FINOS	14.33
D 10 =	----	D 30 =	1.378	D 60 =	7.404
Cu =	----	Cc =	----		



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

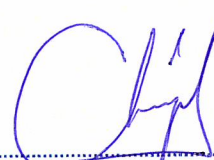
MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
PROMEDIO	%

HUMEDAD NATURAL		
22	23	24
439.00	446.50	512.60
414.79	420.37	482.16
43.07	48.17	45.80
24.21	26.13	30.44
371.72	372.20	436.36
6.51	7.02	6.98
6.84		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES **UBICACIÓN** : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO **FECHA** : 5/08/2024

CALICATA : C - 01 **PROF.** : 0.00m. - 0.30m.

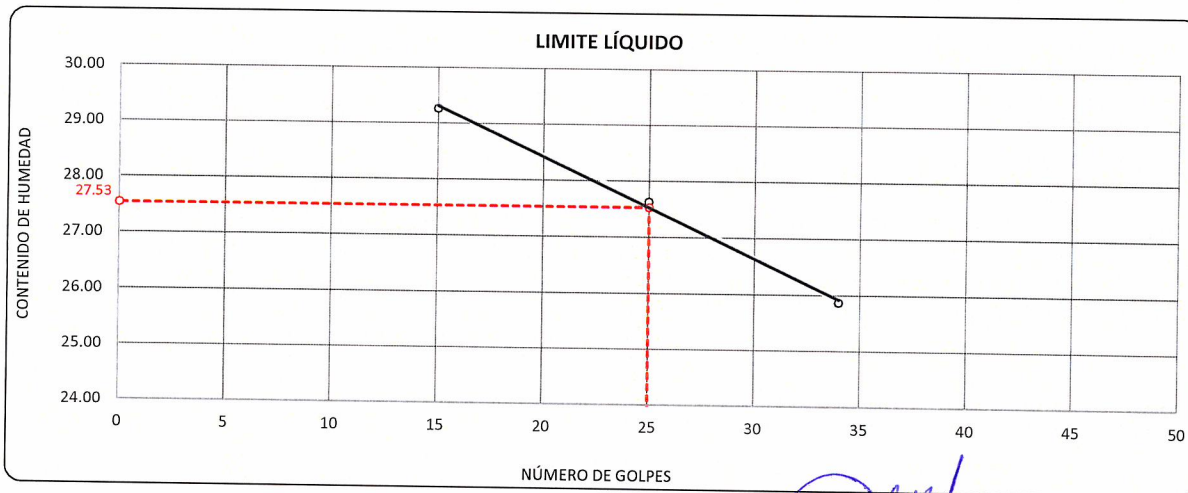
MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
3	4	5
70.66	65.21	64.90
66.18	61.37	61.55
50.87	47.47	48.60
4.48	3.84	3.35
15.31	13.90	12.95
29.26	27.63	25.87
15	25	34
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
7	8
27.98	27.68
26.90	26.78
21.41	22.23
1.08	0.90
5.49	4.55
19.67	19.78
---	---
19.73	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	27.5	19.7	7.8	6.84
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

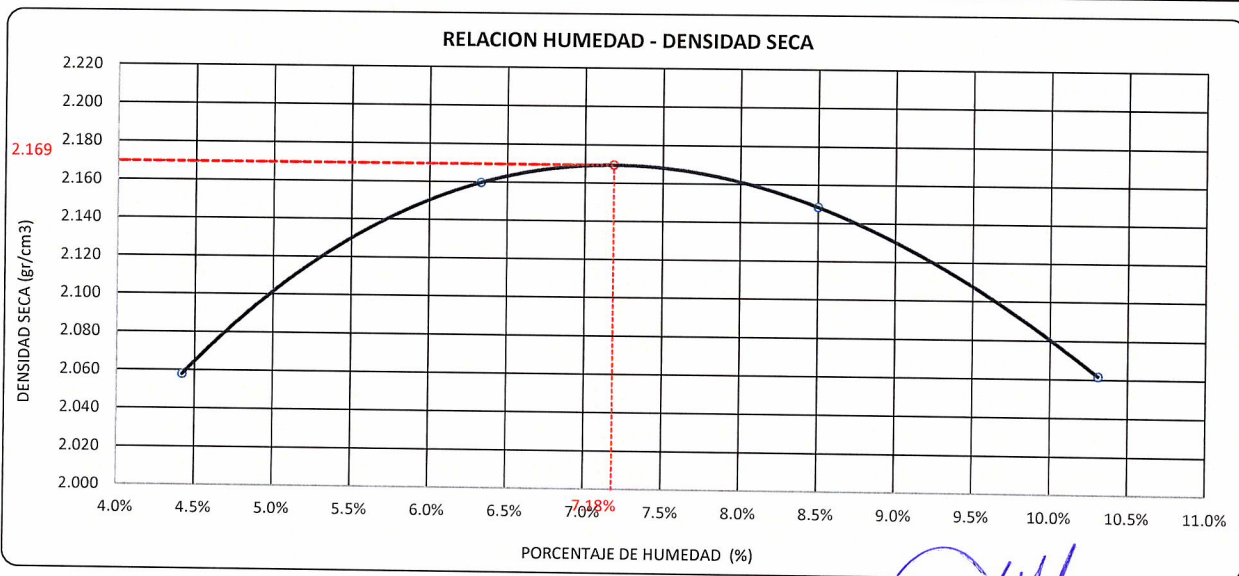
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	6042		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10628	10943	11017	10896
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	4586	4901	4975	4854
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.149	2.296	2.331	2.274

	No	3	4	5	6
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	575.14	507.48	507.15	540.96
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	553.86	481.75	473.19	497.43
PESO DE TARA	gr.	72.40	75.26	73.66	75.20
PESO DEL AGUA	gr.	21.28	25.73	33.96	43.53
PESO DE SUELO SECO	gr.	481.46	406.49	399.53	422.23
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.42%	6.33%	8.50%	10.31%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	4.42%	6.33%	8.50%	10.31%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.058	2.160	2.148	2.062

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.169** gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **7.18%**



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

MOLDE N°	UNID.	1	2	3			
CAPAS		5	5	5			
GOLPES POR CAPA N°		55	26	12			
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	13187	13216	13112	13168	12737	12822
PESO DEL MOLDE	gr.	8270	8270	8315	8315	8113	8113
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2114	2114	2117	2117	2115	2115
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4917	4946	4797	4853	4624	4709
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.326	2.340	2.266	2.292	2.186	2.226
TARRO N°		24	25	26	27	28	29
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	399.31	408.95	480.25	449.38	408.33	457.2
TARRO + SUELO SECO	gr.	375.41	381.95	448.84	415.4	383.96	422.19
PESO DEL TARRO	gr.	45.8	42.39	48.66	46.09	46.45	46.52
PESO DEL AGUA	gr.	23.9	27	31.41	33.98	24.37	35.01
PESO DEL SUELO SECO	gr.	329.61	339.56	400.18	369.31	337.51	375.67
HUMEDAD	%	7.25%	7.95%	7.85%	9.20%	7.22%	9.32%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.169	2.167	2.101	2.099	2.039	2.037

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
01/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
02/08/24	09.00 AM.	24:00:00	5	0.13	0.10	7	0.18	0.14	11	0.27	0.21
03/08/24	09.00 AM.	48:00:00	7	0.18	0.14	10	0.25	0.20	15	0.38	0.30
04/08/24	09.00 AM.	72:00:00	9	0.23	0.18	13	0.34	0.26	20	0.51	0.40
05/08/24	09.00 AM.	96:00:00	11	0.27	0.21	15	0.37	0.29	24	0.60	0.48

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	208.0	208	10.5		138.5	138.5	7.0		91.3	91.3	4.6	
01:00	1.270	0.050	365.7	365.7	18.5		244.6	244.6	12.4		160.7	160.7	8.1	
01:30	1.900	0.075	569.9	569.9	28.8		385.9	385.9	19.5		250.4	250.4	12.7	
02:00	2.540	0.100	763.1	763.1	38.6		515.7	515.7	26.1		333.5	333.5	16.9	
03:00	3.810	0.150	1130.3	1130.3	57.1		763.1	763.1	38.6		491.9	491.9	24.9	
04:00	5.080	0.200	1486.3	1486.3	75.1		991.8	991.8	50.1		651.9	651.9	33.0	
05:00	6.350	0.250	1634.3	1634.25	82.6		1114.1	1114.05	56.3		731.6	731.6	37.0	
06:00	7.620	0.300	1782.2	1782.2	90.1		1236.3	1236.3	62.5		811.3	811.3	41.0	
08:00	10.160	0.400	2185.6	2185.6	110.5		1459.4	1459.4	73.8		912.2	912.2	46.1	
10:00	12.700	0.500	2352.8	2352.8	118.9		1536.4	1536.4	77.7		1054.5	1054.5	53.3	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

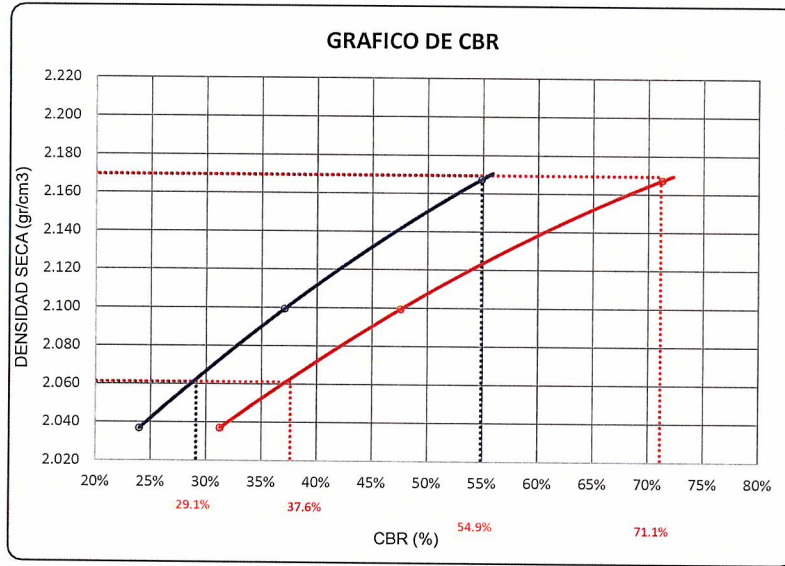
DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

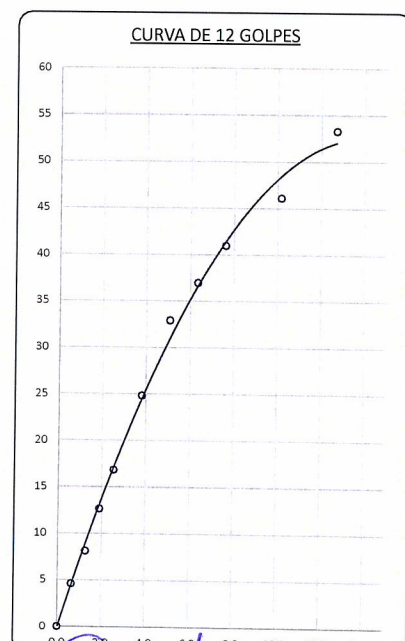
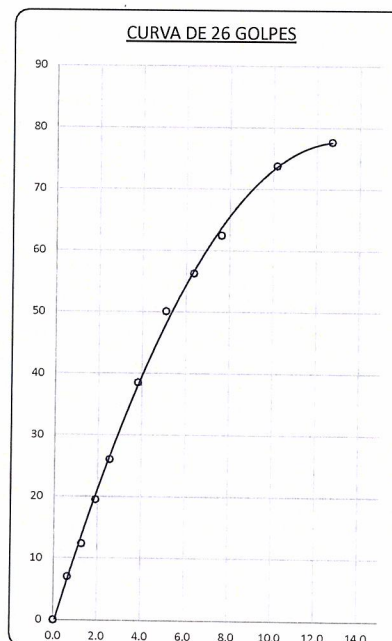
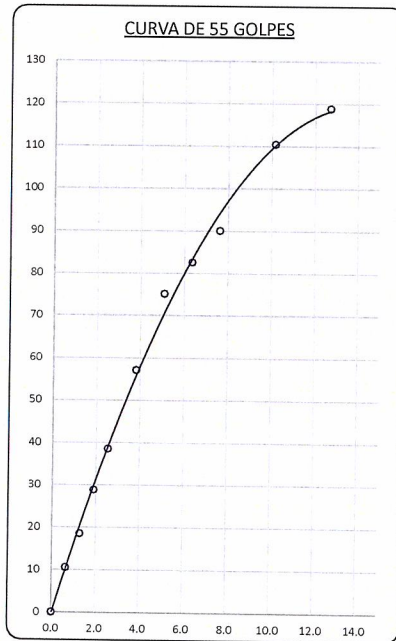


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	54.9%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	29.1%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	71.1%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	37.6%

LEYENDA

- CURVA A 0.1"
- CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

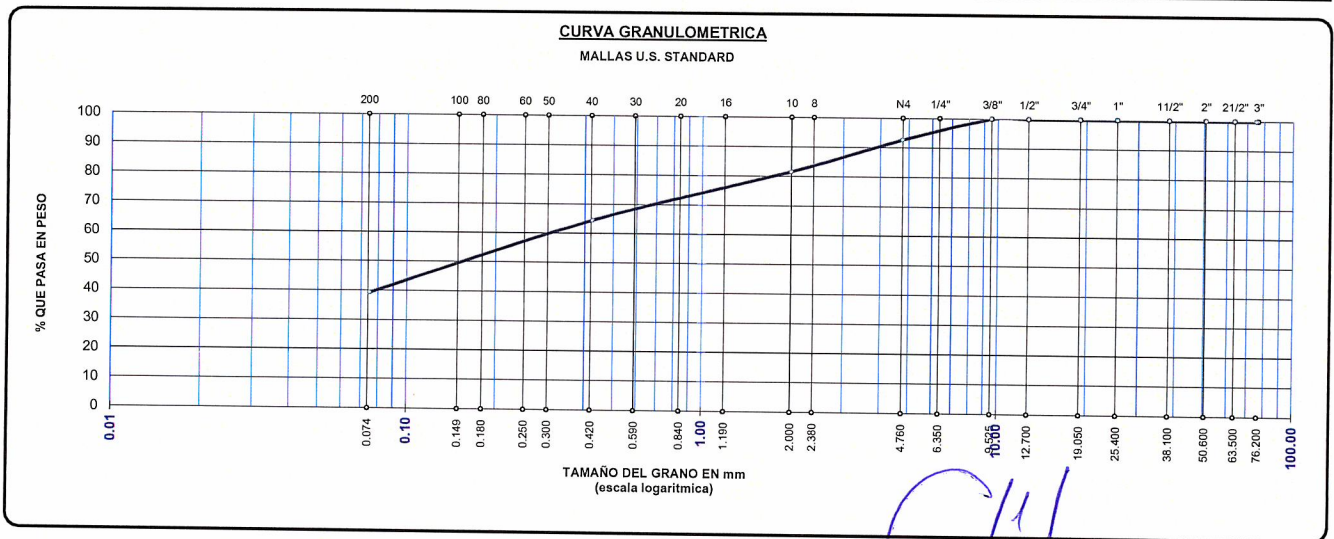
CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

TAMAÑO MAXIMO	:	Pulg.
PESO INICIAL	:	500.0 gr.
FRACCIÓN	:	463.7 gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA																		
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.85 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.10 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.63 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 6.47 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC - SM CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (0)																		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00																				
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00																				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00																				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00																				
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00																				
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00																				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00																				
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00																				
No4	4.760	36.30	7.26	7.26	92.74																				
No8	2.380	0.00	0.00	0.00	0.00		<table border="1"> <tr> <td>% GRAVA</td> <td>7.26</td> <td>% ARENA</td> <td>53.42</td> <td>% FINOS</td> <td>39.32</td> </tr> <tr> <td>D 10 =</td> <td>----</td> <td>D 30 =</td> <td>----</td> <td>D 60 =</td> <td>0.362</td> </tr> <tr> <td>Cu =</td> <td>----</td> <td>Cc =</td> <td>----</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	% GRAVA	7.26	% ARENA	53.42	% FINOS	39.32	D 10 =	----	D 30 =	----	D 60 =	0.362	Cu =	----	Cc =	----		
% GRAVA	7.26	% ARENA	53.42	% FINOS	39.32																				
D 10 =	----	D 30 =	----	D 60 =	0.362																				
Cu =	----	Cc =	----																						
No10	2.000	55.60	11.12	18.38	81.62																				
No16	1.190	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No20	0.840	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No30	0.590	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No40	0.425	85.30	17.06	35.44	64.56																				
No 50	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No60	0.260	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No80	0.180	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No100	0.149	0.00	0.00	0.00	0.00																				
No200	0.075	126.20	25.24	60.68	39.32																				
BASE		196.60	39.32	100.00	0.00																				
TOTAL		500.00	100.00																						
% PERDIDA		39.32	7.86																						



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Exp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
50	51	52
501.50	446.90	542.40
463.03	411.68	497.98
57.74	57.74	57.74
38.48	35.23	44.43
405.29	353.94	440.24
9.49	9.95	10.09
9.85		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

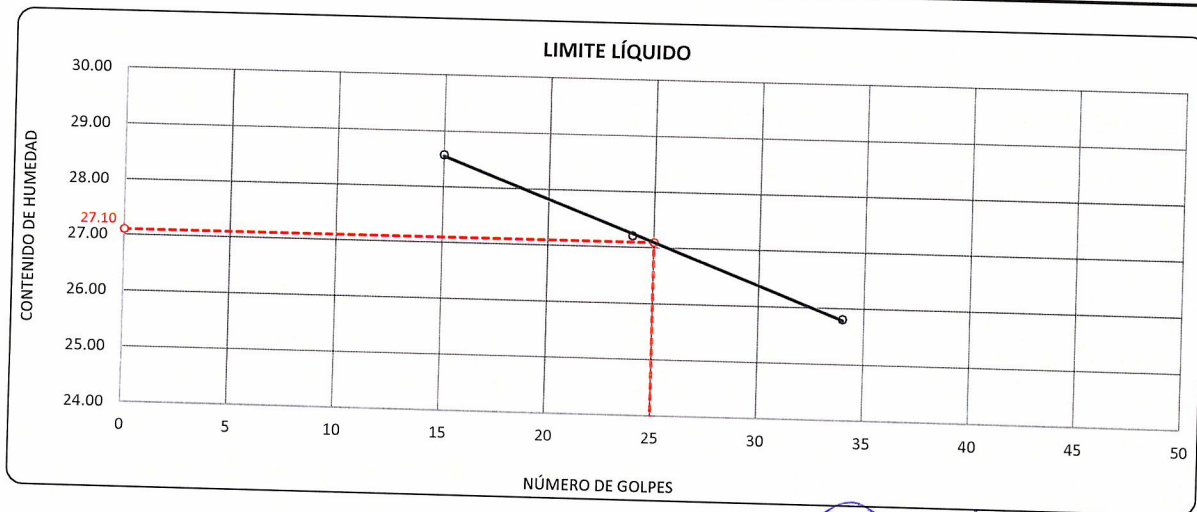
MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		%
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
6	7	8
68.68	68.46	65.29
64.72	64.26	62.00
50.86	48.82	49.25
3.96	4.20	3.29
13.86	15.44	12.75
28.57	27.20	25.80
15	24	34
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
2	3
28.62	29.19
27.39	27.99
21.43	22.17
1.23	1.20
5.96	5.82
20.64	20.62
---	---
20.63	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	27.1	20.6	6.5	9.85
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

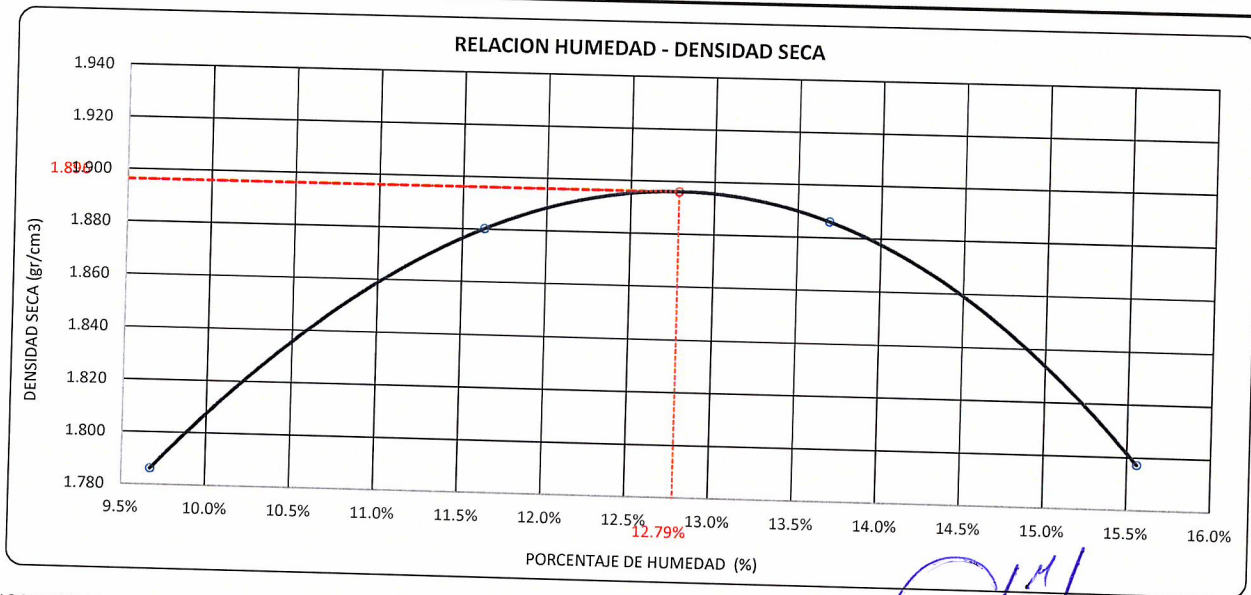
MUESTRA : M - 02

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5814	5947	5990	5926
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1858	1991	2034	1970
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.959	2.099	2.144	2.077

	No	12	13	14	15
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	589.24	452.74	557.49	497.02
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	544.18	413.87	499.78	440.09
PESO DE TARA	gr.	78.20	79.65	78.20	74.20
PESO DEL AGUA	gr.	45.06	38.87	57.71	56.93
PESO DE SUELO SECO	gr.	465.98	334.22	421.58	365.89
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	9.67%	11.63%	13.69%	15.56%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	9.67%	11.63%	13.69%	15.56%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.786	1.880	1.886	1.797

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.896	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			12.79%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3			
		55		26		12			
CAPAS		5		5		5			
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12			
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12207	12239	11669	11725	11588	11673		
PESO DEL MOLDE	gr.	7679	7679	7385	7385	7442	7442		
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2123	2123	2115	2115	2129	2129		
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4528	4560	4284	4340	4146	4231		
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.133	2.148	2.026	2.052	1.947	1.987		
TARRO N°		34	35	36	37	38	39		
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	522.94	460.67	524.26	546.5	477.51	450.69		
TARRO + SUELO SECO	gr.	470	411.7	470.01	483.57	429.55	398.15		
PESO DEL TARRO	gr.	46.46	46.24	46.2	46.54	46.81	48.61		
PESO DEL AGUA	gr.	52.94	48.97	54.25	62.93	47.96	52.54		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	423.54	365.46	423.81	437.03	382.74	349.54		
HUMEDAD	%	12.50%	13.40%	12.80%	14.40%	12.53%	15.03%		
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.896	1.894	1.796	1.794	1.731	1.728		

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
08/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
09/08/24	09.00 AM.	24:00:00	10	0.24	0.19	14	0.36	0.28	22	0.57	0.45
10/08/24	09.00 AM.	48:00:00	14	0.35	0.28	21	0.53	0.42	31	0.80	0.63
11/08/24	09.00 AM.	72:00:00	18	0.46	0.37	28	0.71	0.56	42	1.08	0.85
12/08/24	09.00 AM.	96:00:00	21	0.54	0.43	31	0.78	0.62	50	1.28	1.01

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	56.7	56.7	2.9		38.4	38.4	1.9		25.1	25.1	1.3	
01:00	1.270	0.050	102.4	102.4	5.2		66.1	66.1	3.3		46.0	46	2.3	
01:30	1.900	0.075	158.3	158.3	8.0		103.0	103	5.2		67.7	67.7	3.4	
02:00	2.540	0.100	213.5	213.5	10.8		141.7	141.7	7.2		92.1	92.1	4.7	
03:00	3.810	0.150	312.8	312.8	15.8		207.1	207.1	10.5		136.0	136	6.9	
04:00	5.080	0.200	415.4	415.4	21.0		270.3	270.3	13.7		178.1	178.1	9.0	
05:00	6.350	0.250	462.3	462.3	23.4		304.8	304.75	15.4		197.8	197.75	10.0	
06:00	7.620	0.300	509.2	509.2	25.7		339.2	339.2	17.1		217.4	217.4	11.0	
08:00	10.160	0.400	620.0	620	31.3		383.8	383.8	19.4		253.1	253.1	12.8	
10:00	12.700	0.500	659.8	659.8	33.4		448.8	448.8	22.7		294.0	294	14.9	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

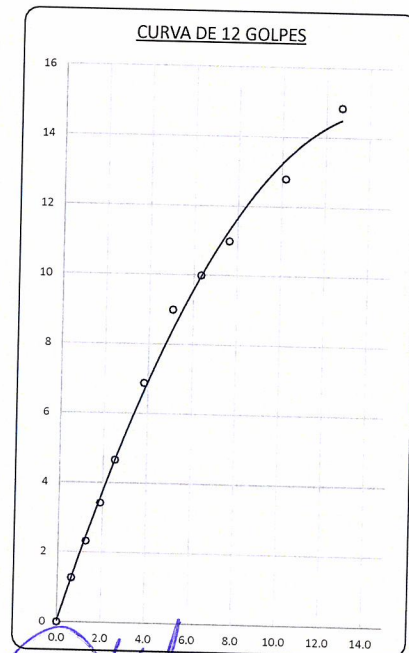
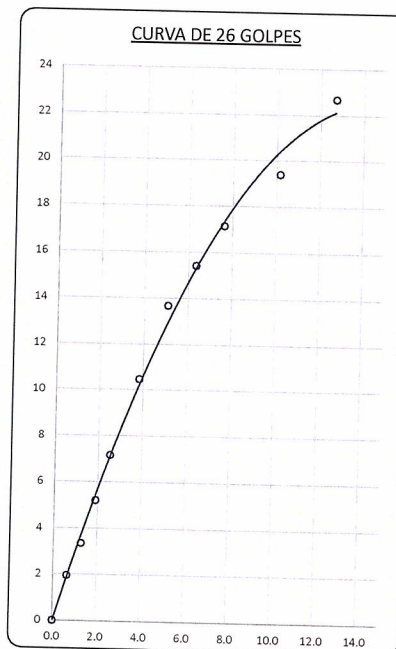
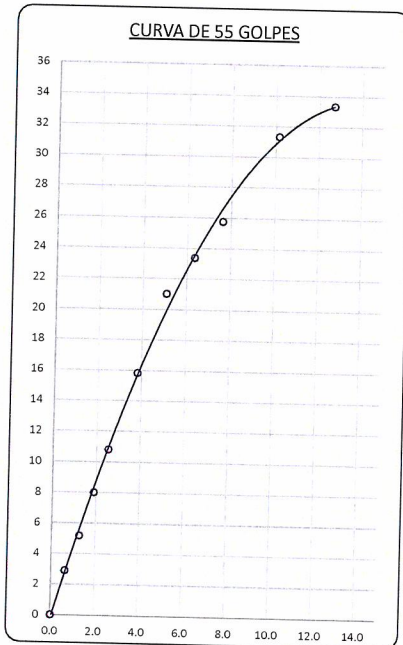
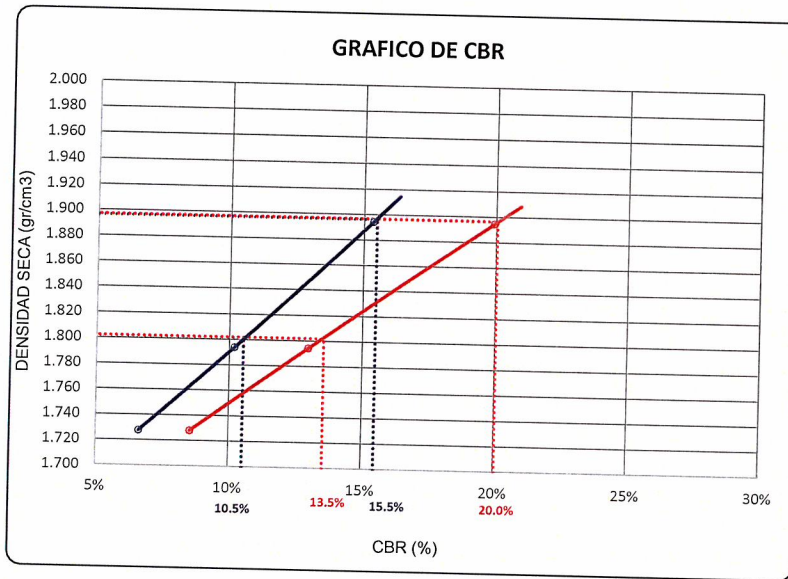
CALICATA : C - 01

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 12/08/2024

PROF. : 0.30m. - 1.50m.



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 02

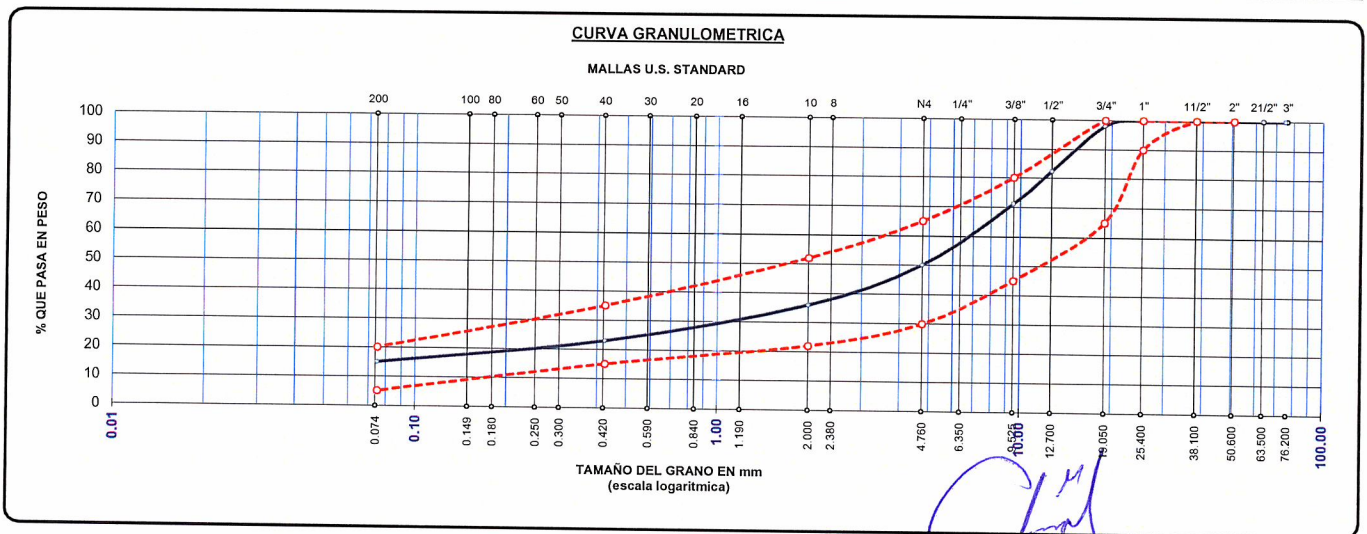
PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

TAMAÑO MAXIMO	:	1	Pulg.
PESO INICIAL	:	10000.0	gr.
FRACCIÓN	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.31 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.00 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.55 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.45 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90	
3/4"	19.000	195.00	1.95	1.95	98.05	65	
1/2"	12.700	1563.00	15.63	17.58	82.42	45	
3/8"	9.500	1122.00	11.22	28.80	71.20	30	
1/4"	6.350					65	
No4	4.760	2106.00	21.06	49.86	50.14	22	
No8	2.380					52	
No10	2.000	1408.93	14.09	63.95	36.05	15	
No16	1.190					35	
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	1299.63	13.00	76.95	23.05	5	
No 50	0.300					20	
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	804.25	8.04	84.99	15.01		
BASE		1501.19	15.01	100.00	0.00		
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		15.01	0.15				

% GRAVA	49.86	% ARENA	35.13	% FINOS	15.01
D 10 =	----	D 30 =	1.267	D 60 =	6.979
Cu =	----	Cc =	----		



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
26	27	28
522.20	550.70	457.60
492.04	521.69	434.18
48.66	46.09	46.45
30.16	29.01	23.42
443.38	475.60	387.73
6.80	6.10	6.04
6.31		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

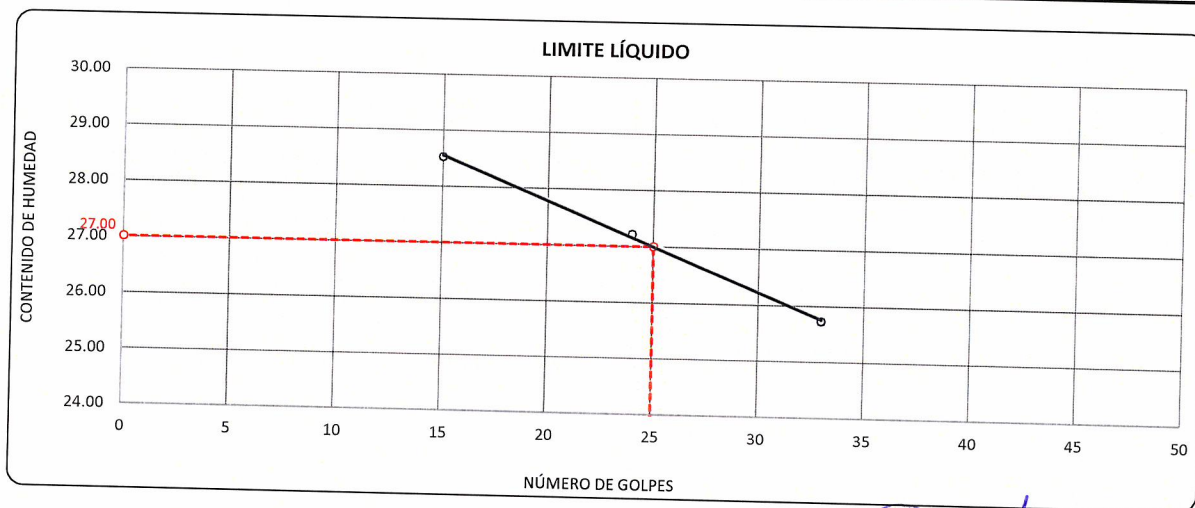
MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
5	6	7
67.75	67.22	64.75
63.50	63.72	61.49
48.60	50.86	48.82
4.25	3.50	3.26
14.90	12.86	12.67
28.52	27.22	25.73
15	24	33
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
6	7
28.33	27.97
27.31	26.90
22.11	21.41
1.02	1.07
5.20	5.49
19.62	19.49
---	---
19.55	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	27.0	19.6	7.4	6.31
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

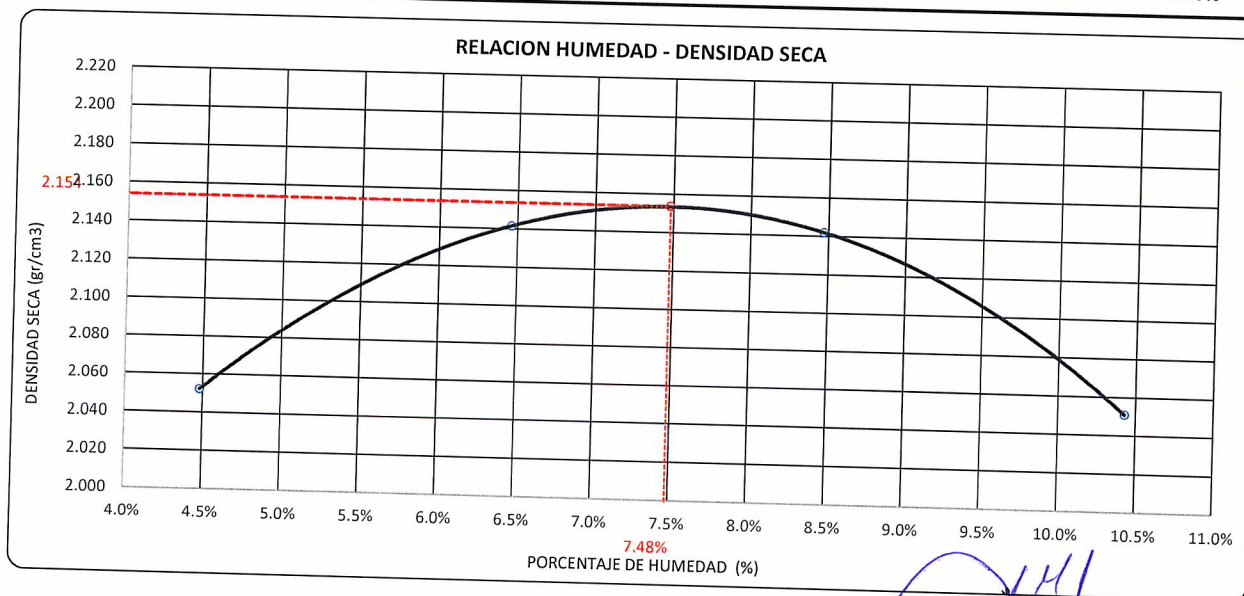
MUESTRA : M - 01

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	6042	NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10618	10908	11001	10876
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	4576	4866	4959	4834
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.144	2.280	2.324	2.265

	No	27	28	29	30
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	584.47	418.05	475.76	477.61
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	562.54	397.04	444.27	439.31
PESO DE TARA	gr.	73.10	71.80	72.44	72.08
PESO DEL AGUA	gr.	21.93	21.01	31.49	38.30
PESO DE SUELO SECO	gr.	489.44	325.24	371.83	367.23
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.48%	6.46%	8.47%	10.43%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	4.48%	6.46%	8.47%	10.43%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.052	2.142	2.142	2.051

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.154	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			7.48%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		55		26		12	
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	13089	13118	12711	12766	12777	12862
PESO DEL MOLDE	gr.	8187	8187	7968	7968	8161	8161
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2114	2114	2127	2127	2125	2125
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4902	4931	4743	4798	4616	4701
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.319	2.333	2.230	2.256	2.172	2.212
TARRO N°		3	4	5	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	435.51	490.35	422.18	503.93	458.4	504.38
TARRO + SUELO SECO	gr.	407.82	456.18	396.23	466.96	429.09	463.39
PESO DEL TARRO	gr.	45.91	46.94	47.87	46.83	45.95	42.95
PESO DEL AGUA	gr.	27.69	34.17	25.95	36.97	29.31	40.99
PESO DEL SUELO SECO	gr.	361.91	409.24	348.36	420.13	383.14	420.44
HUMEDAD	%	7.65%	8.35%	7.45%	8.80%	7.65%	9.75%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.154	2.153	2.075	2.073	2.018	2.016

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
01/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
02/08/24	09.00 AM.	24:00:00	7	0.17	0.13	10	0.24	0.19	15	0.37	0.29
03/08/24	09.00 AM.	48:00:00	10	0.25	0.20	14	0.35	0.27	21	0.54	0.43
04/08/24	09.00 AM.	72:00:00	13	0.34	0.27	18	0.45	0.36	29	0.75	0.59
05/08/24	09.00 AM.	96:00:00	15	0.38	0.30	21	0.53	0.42	34	0.86	0.68

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	198.6	198.6	10.0		134.2	134.2	6.8		90.3	90.3	4.6	
01:00	1.270	0.050	344.5	344.5	17.4		230.9	230.9	11.7		153.8	153.8	7.8	
01:30	1.900	0.075	537.1	537.1	27.1		363.5	363.5	18.4		243.0	243	12.3	
02:00	2.540	0.100	718.9	718.9	36.3		484.1	484.1	24.5		323.8	323.8	16.4	
03:00	3.810	0.150	1065.8	1065.8	53.9		717.0	717	36.2		482.3	482.3	24.4	
04:00	5.080	0.200	1393.2	1393.2	70.4		944.5	944.5	47.7		626.3	626.3	31.7	
05:00	6.350	0.250	1570.0	1570	79.4		1072.6	1072.55	54.2		717.6	717.6	36.3	
06:00	7.620	0.300	1746.8	1746.8	88.3		1200.6	1200.6	60.7		808.9	808.9	40.9	
08:00	10.160	0.400	2072.6	2072.6	104.8		1397.2	1397.2	70.6		884.8	884.8	44.7	
10:00	12.700	0.500	2306.0	2306	116.6		1560.8	1560.8	78.9		986.4	986.4	49.9	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

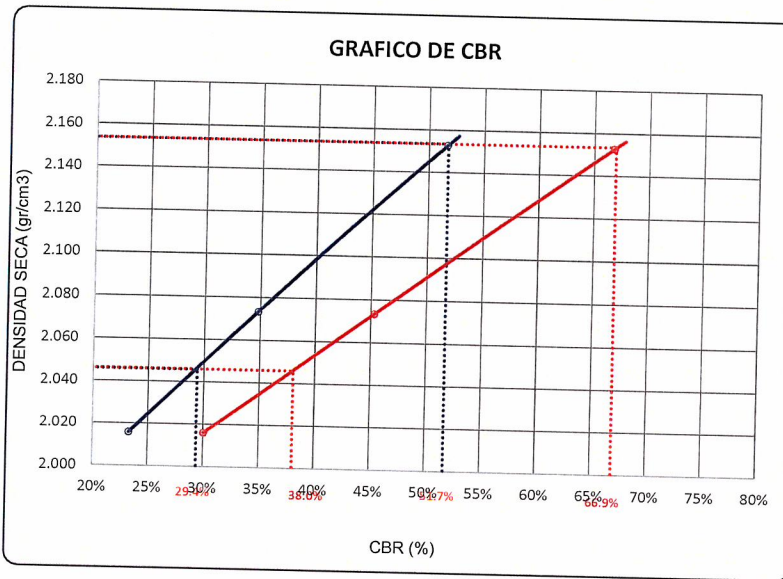
CALICATA : C - 02

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 5/08/2024

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

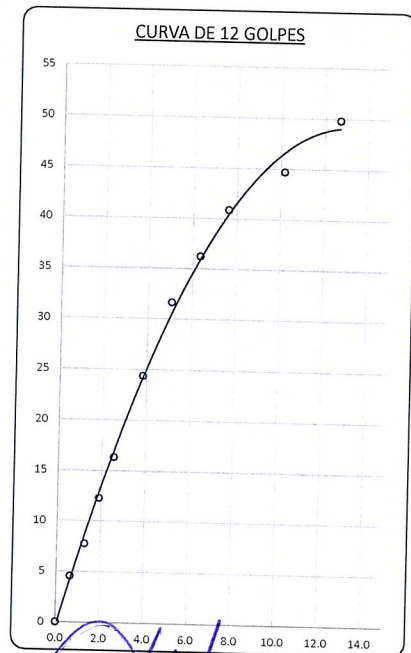
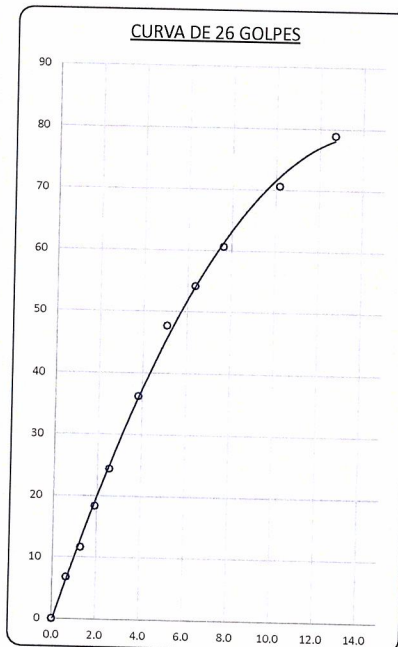
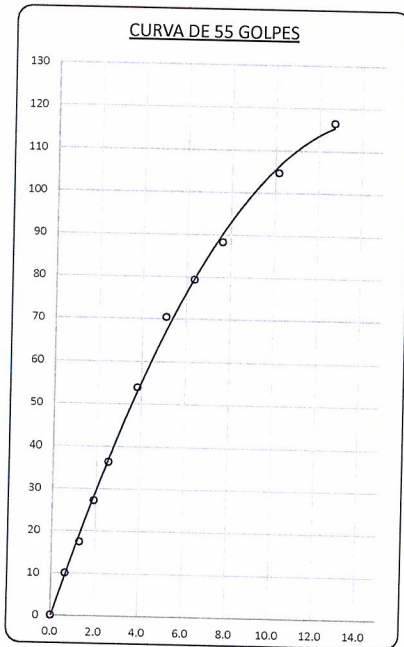


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	51.7%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	29.4%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	66.9%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	38.0%

LEYENDA

- CURVA A 0.1"
- CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

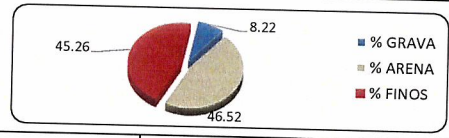
CALICATA : C - 02

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

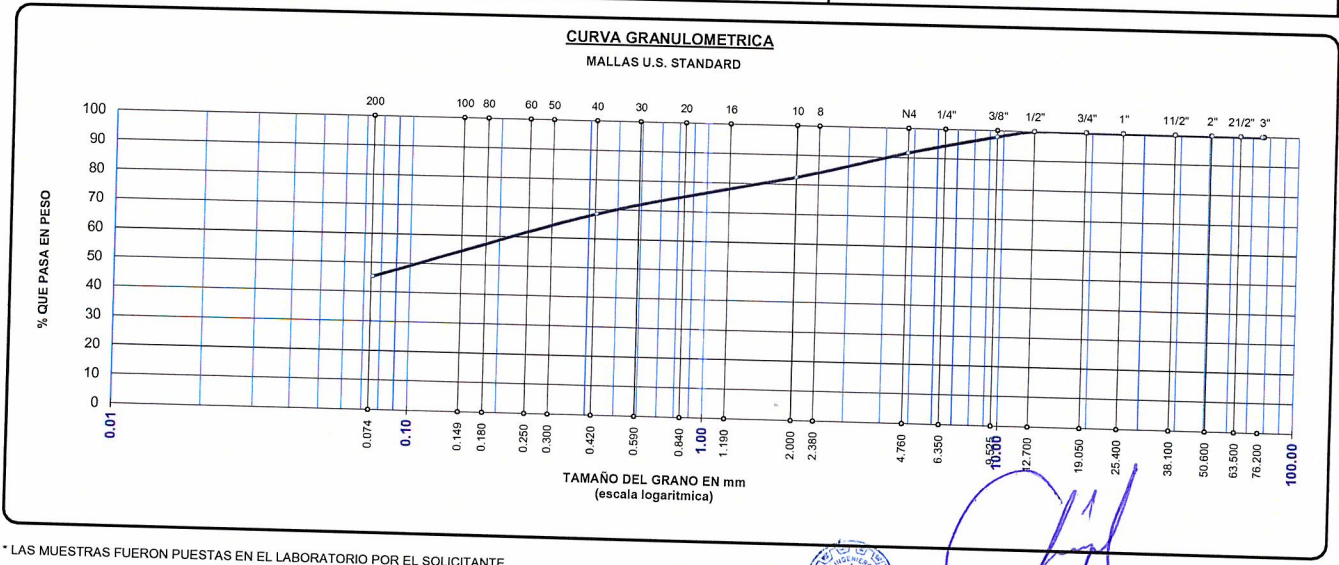
TAMAÑO MAXIMO	:		Pulg.
PESO INICIAL	:	500.0	gr.
FRACCIÓN	:	458.9	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.81 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.26 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.46 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 6.80 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC - SM CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	10.50	2.10	2.10	97.90		
1/4"	6.350	4.760	6.12	8.22	91.78		
No4	4.760	30.60	6.12	8.22	91.78		
No8	2.380	2.380	9.26	17.48	82.52		
No10	2.000	46.30	9.26	17.48	82.52		
No16	1.190	0.840	14.02	31.50	68.50		
No20	0.840	0.590	14.02	31.50	68.50		
No30	0.590	0.425	14.02	31.50	68.50		
No40	0.425	70.10	14.02	31.50	68.50		
No 50	0.300	0.260	23.24	54.74	45.26		
No60	0.260	0.180	23.24	54.74	45.26		
No80	0.180	0.149	23.24	54.74	45.26		
No100	0.149	0.075	23.24	54.74	45.26		
No200	0.075	116.20	23.24	54.74	45.26		
BASE		226.30	45.26	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00	100.00	0.00		
% PERDIDA		45.26	9.05				



% GRAVA	8.22	% ARENA	46.52	% FINOS	45.26
D 10 =	----	D 30 =	----	D 60 =	0.297
Cu =	----	Cc =	----		

OBSERVACIONES :



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



[Signature]
 Ing. Edwin Yael Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
38	39	40
548.80	458.30	531.60
505.28	421.26	487.67
46.81	48.61	48.58
43.52	37.04	43.93
458.47	372.65	439.09
9.49	9.94	10.00
9.81		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Noel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

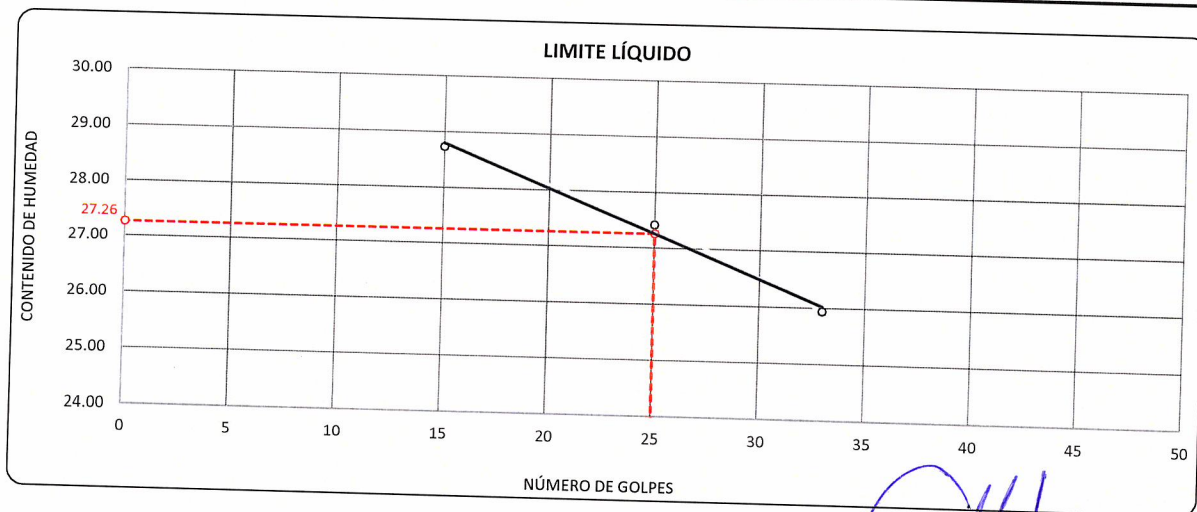
MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro. DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
5	6	7
65.85	67.22	68.34
62.00	63.70	64.32
48.60	50.86	48.82
3.85	3.52	4.02
13.40	12.84	15.50
28.73	27.41	25.94
15	25	33
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
4	5
28.97	31.40
27.89	30.41
22.60	25.58
1.08	0.99
5.29	4.83
20.42	20.50
---	---
20.46	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	27.3	20.5	6.8	9.81
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

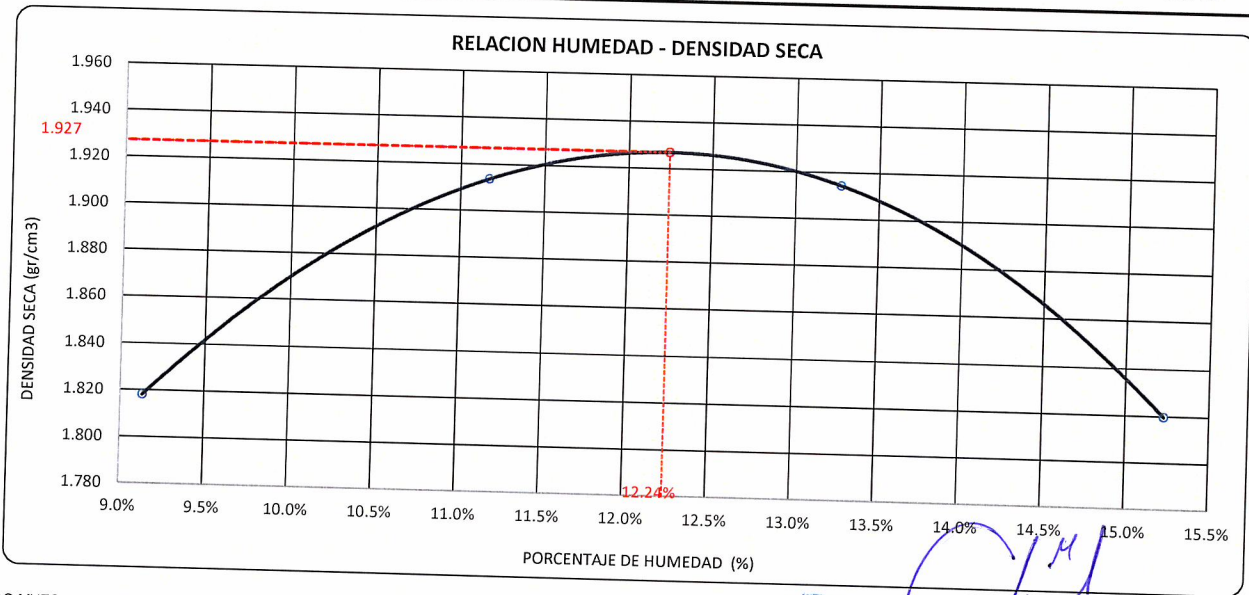
MUESTRA : M - 02

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5838	5974	6013	5945
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1882	2018	2057	1989
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.984	2.127	2.169	2.097

	No	7	8	9	10
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	471.75	590.33	522.85	457.81
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	438.26	538.65	469.94	407.40
PESO DE TARA	gr.	71.48	75.95	71.24	76.40
PESO DEL AGUA	gr.	33.49	51.68	52.91	50.41
PESO DE SUELO SECO	gr.	366.78	462.70	398.70	331.00
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	9.13%	11.17%	13.27%	15.23%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	9.13%	11.17%	13.27%	15.23%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.818	1.914	1.914	1.820

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.927	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			12.24%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12768	12800	12336	12394	12275	12361
PESO DEL MOLDE	gr.	8161	8161	7950	7950	8048	8048
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2125	2125	2130	2130	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4607	4639	4386	4444	4227	4313
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.168	2.183	2.059	2.086	1.985	2.026
TARRO N°		39	40	41	42	43	44
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	536.11	451.09	554.68	546.55	421.84	422.26
TARRO + SUELO SECO	gr.	481.94	403.53	496.99	483.75	380.9	374.22
PESO DEL TARRO	gr.	48.61	48.58	49.77	50.655	51.54	52.425
PESO DEL AGUA	gr.	54.17	47.56	57.69	62.8	40.94	48.04
PESO DEL SUELO SECO	gr.	433.33	354.95	447.22	433.095	329.36	321.795
HUMEDAD	%	12.50%	13.40%	12.90%	14.50%	12.43%	14.93%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.927	1.925	1.824	1.822	1.766	1.763

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
08/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
09/08/24	09.00 AM.	24:00:00	8	0.21	0.16	12	0.30	0.23	18	0.46	0.36
10/08/24	09.00 AM.	48:00:00	12	0.30	0.24	16	0.42	0.33	26	0.66	0.52
11/08/24	09.00 AM.	72:00:00	15	0.39	0.31	23	0.57	0.45	34	0.87	0.69
12/08/24	09.00 AM.	96:00:00	18	0.46	0.37	27	0.68	0.54	40	1.02	0.80

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	70.5	70.5	3.6		47.8	47.8	2.4		32.5	32.5	1.6	
01:00	1.270	0.050	123.0	123	6.2		79.7	79.7	4.0		52.4	52.4	2.6	
01:30	1.900	0.075	195.0	195	9.9		126.1	126.1	6.4		81.8	81.8	4.1	
02:00	2.540	0.100	260.2	260.2	13.2		166.9	166.9	8.4		111.5	111.5	5.6	
03:00	3.810	0.150	382.5	382.5	19.3		245.2	245.2	12.4		164.3	164.3	8.3	
04:00	5.080	0.200	505.9	505.9	25.6		323.1	323.1	16.3		217.0	217	11.0	
05:00	6.350	0.250	554.0	554	28.0		363.0	362.95	18.3		244.2	244.15	12.3	
06:00	7.620	0.300	602.1	602.1	30.4		402.8	402.8	20.4		271.3	271.3	13.7	
08:00	10.160	0.400	693.5	693.5	35.1		454.8	454.8	23.0		306.0	306	15.5	
10:00	12.700	0.500	807.1	807.1	40.8		538.8	538.8	27.2		336.0	336	17.0	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

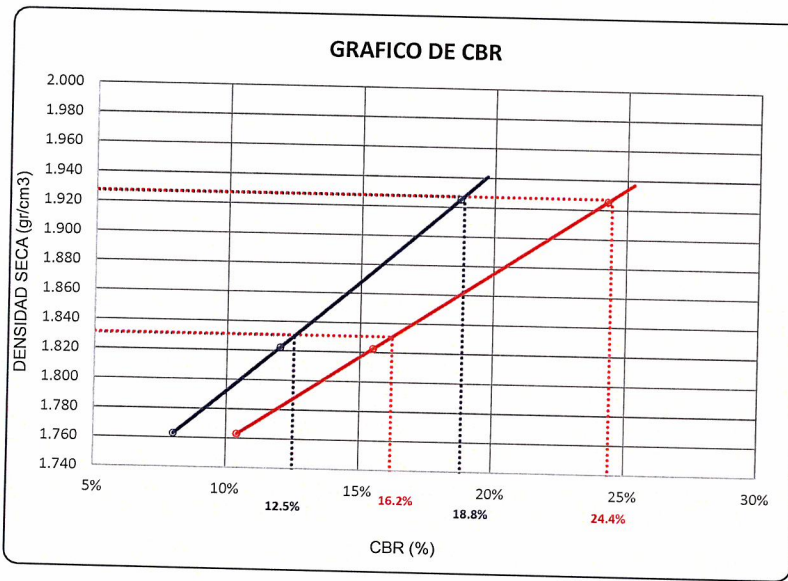
CALICATA : C - 02

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 12/08/2024

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

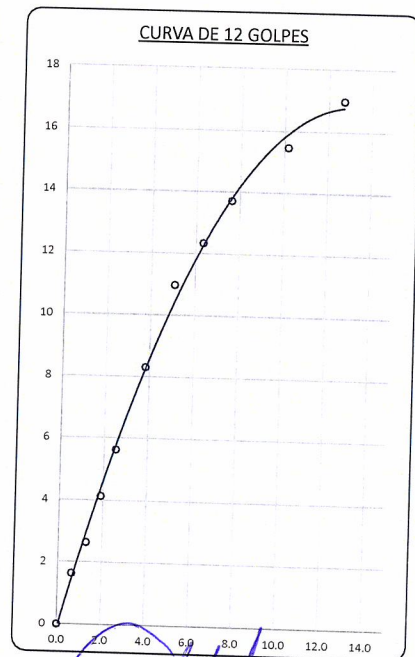
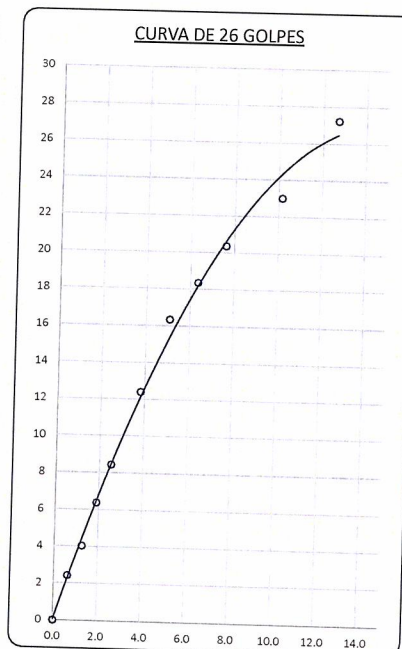
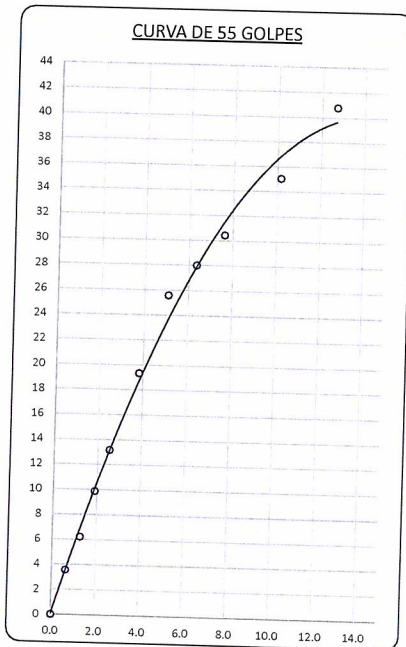


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	18.8%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	12.5%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	24.4%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	16.2%

LEYENDA

	CURVA A 0.1"
	CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

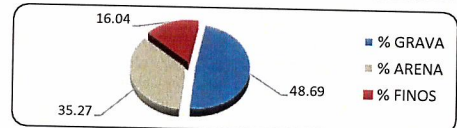
CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

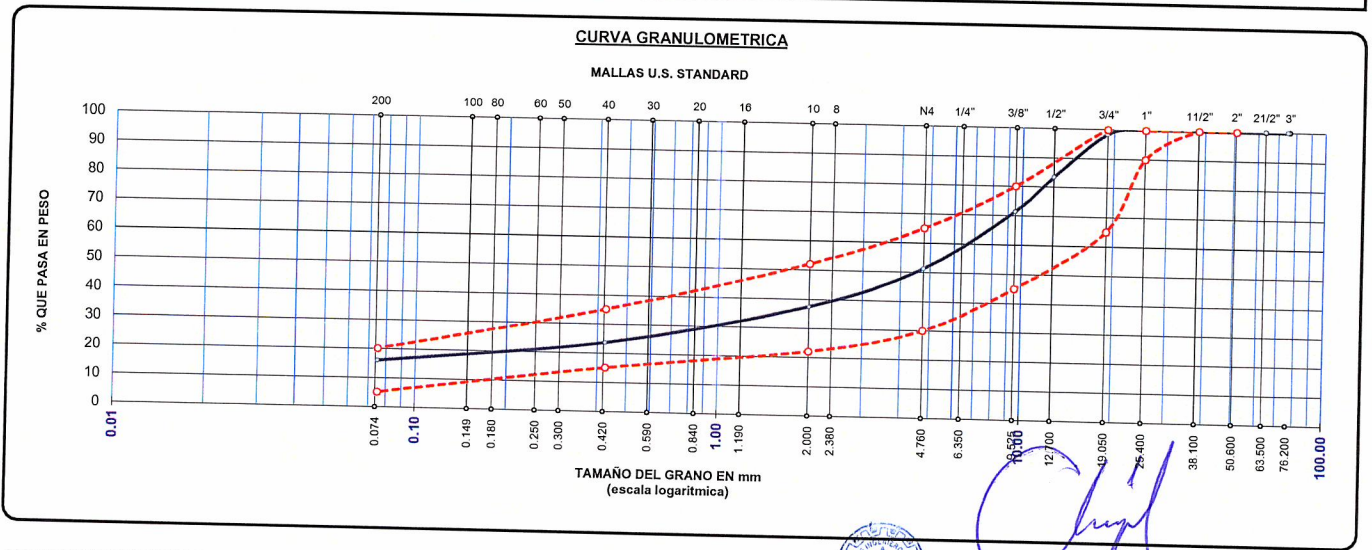
TAMAÑO MAXIMO	:	1	Pulg.
PESO INICIAL	:	10000.0	gr.
FRACCIÓN	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.08 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.20 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.55 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.65 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	163.00	1.63	1.63	98.37		
1/2"	12.700	1493.00	14.93	16.56	83.44		
3/8"	9.500	1202.00	12.02	28.58	71.42		
1/4"	6.350					45	
No4	4.760	2011.00	20.11	48.69	51.31	30	
No8	2.380					65	
No10	2.000	1381.27	13.81	62.50	37.50	22	
No16	1.190					52	
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	1374.08	13.74	76.24	23.76	15	
No 50	0.300					35	
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	771.70	7.72	83.96	16.04	5	
BASE		1603.95	16.04	100.00	0.00	20	
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		16.04	0.16				



% GRAVA	48.69	% ARENA	35.27	% FINOS	16.04
D 10 =	---	D 30 =	1.141	D 60 =	6.808
Cu =	---	Cc =	---		

OBSERVACIONES :



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTES



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
4	5	6
425.80	554.40	454.30
404.01	525.30	431.13
46.94	47.87	46.83
21.79	29.10	23.17
357.07	477.43	384.30
6.10	6.10	6.03
6.08		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Noel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

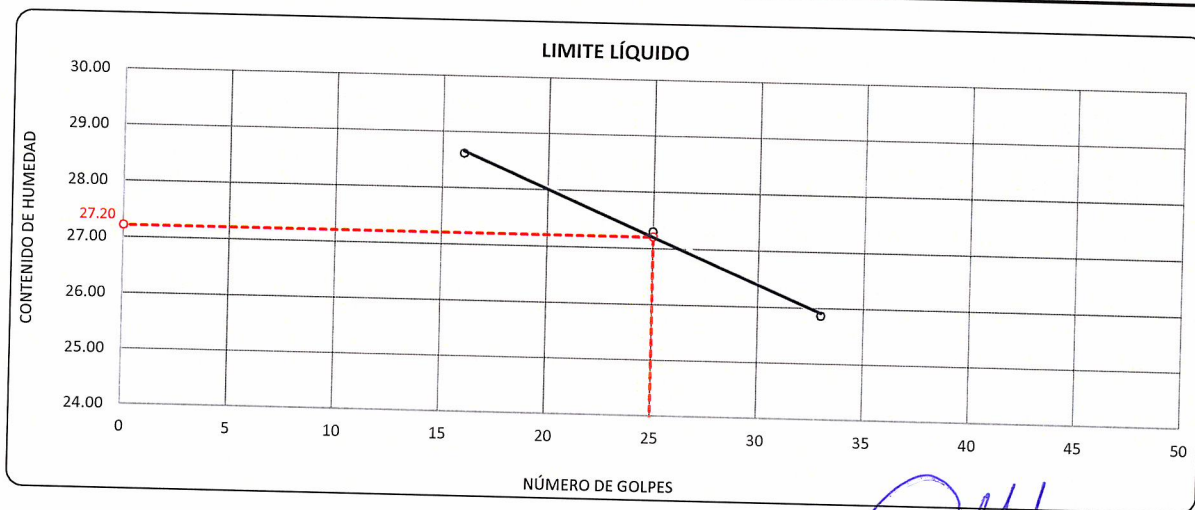
MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
9	10	11
67.14	66.16	62.44
63.04	62.47	59.07
48.71	48.95	46.04
4.10	3.69	3.37
14.33	13.52	13.03
28.61	27.29	25.86
16	25	33
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
8	9
27.43	27.48
26.58	26.60
22.23	22.10
0.85	0.88
4.35	4.50
19.54	19.56
---	---
19.55	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	27.2	19.5	7.7	6.08
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

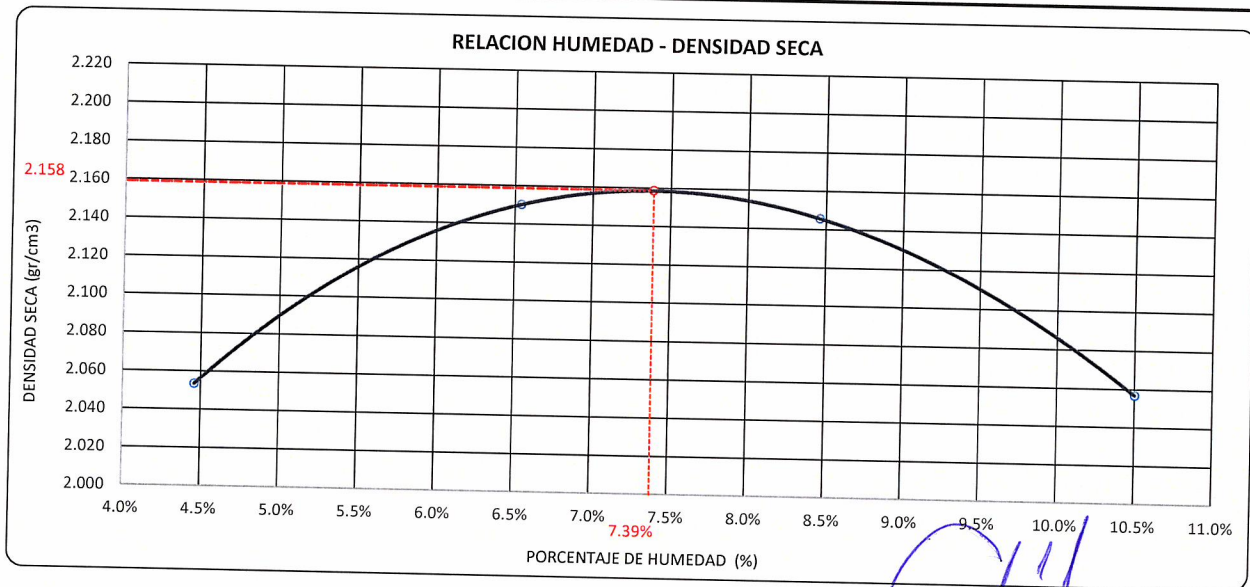
MUESTRA : M - 01

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	6042		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10620	10931	11009	10893
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	4578	4889	4967	4851
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.145	2.291	2.327	2.273

	No	5	6	7	8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	551.95	464.70	429.29	489.39
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	531.53	440.79	401.38	450.10
PESO DE TARA	gr.	73.66	75.20	71.48	75.95
PESO DEL AGUA	gr.	20.42	23.91	27.91	39.29
PESO DE SUELO SECO	gr.	457.87	365.59	329.90	374.15
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.46%	6.54%	8.46%	10.50%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	4.46%	6.54%	8.46%	10.50%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.053	2.150	2.146	2.057

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.158	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			7.39%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 5/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	13134	13163	12899	12954	12595	12679
PESO DEL MOLDE	gr.	8153	8153	8187	8187	7968	7968
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2151	2151	2114	2114	2127	2127
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4981	5010	4712	4767	4627	4711
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.316	2.329	2.229	2.255	2.175	2.215
TARRO N°		5	6	7	8	9	10
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	500.58	478.45	455.17	498.55	489.21	476.82
TARRO + SUELO SECO	gr.	469.78	446.48	427.33	462.28	459.08	440.06
PESO DEL TARRO	gr.	47.87	46.83	45.95	42.95	46.39	49.02
PESO DEL AGUA	gr.	30.8	31.97	27.84	36.27	30.13	36.76
PESO DEL SUELO SECO	gr.	421.91	399.65	381.38	419.33	412.69	391.04
HUMEDAD	%	7.30%	8.00%	7.30%	8.65%	7.30%	9.40%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.158	2.157	2.077	2.075	2.027	2.025

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
01/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
02/08/24	09.00 AM.	24:00:00	6	0.16	0.13	9	0.23	0.18	14	0.37	0.29
03/08/24	09.00 AM.	48:00:00	9	0.24	0.19	13	0.33	0.26	21	0.54	0.43
04/08/24	09.00 AM.	72:00:00	12	0.31	0.25	17	0.44	0.35	30	0.75	0.60
05/08/24	09.00 AM.	96:00:00	14	0.37	0.29	20	0.51	0.40	34	0.87	0.69

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	203.8	203.8	10.3		135.7	135.7	6.9		89.7	89.7	4.5	
01:00	1.270	0.050	357.5	357.5	18.1		235.2	235.2	11.9		157.5	157.5	8.0	
01:30	1.900	0.075	555.1	555.1	28.1		365.1	365.1	18.5		248.0	248	12.5	
02:00	2.540	0.100	744.7	744.7	37.6		489.7	489.7	24.8		329.7	329.7	16.7	
03:00	3.810	0.150	1091.4	1091.4	55.2		716.8	716.8	36.2		482.4	482.4	24.4	
04:00	5.080	0.200	1437.9	1437.9	72.7		954.2	954.2	48.2		637.0	637	32.2	
05:00	6.350	0.250	1583.4	1583.4	80.0		1046.1	1046.05	52.9		714.0	714	36.1	
06:00	7.620	0.300	1728.9	1728.9	87.4		1137.9	1137.9	57.5		791.0	791	40.0	
08:00	10.160	0.400	2103.7	2103.7	106.3		1401.1	1401.1	70.8		877.0	877	44.3	
10:00	12.700	0.500	2280.0	2280	115.3		1601.4	1601.4	80.9		980.0	980	49.5	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVÍO HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

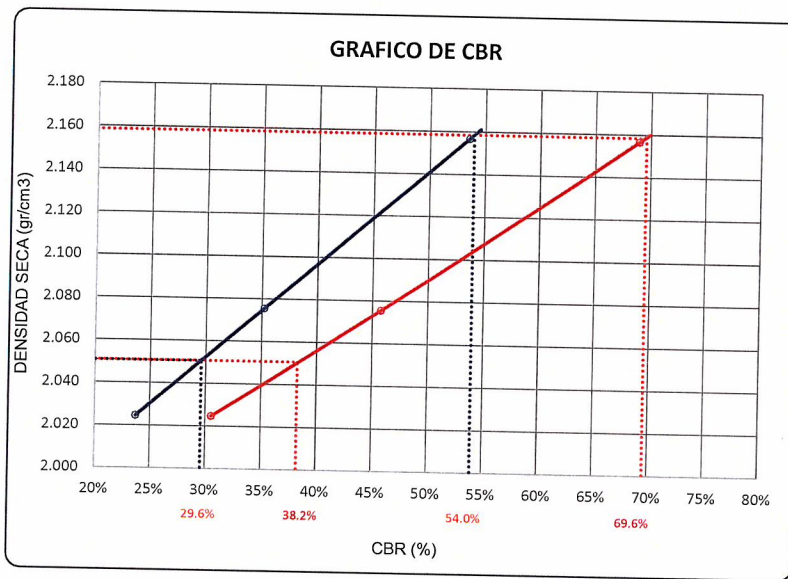
CALICATA : C - 03

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 5/08/2024

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

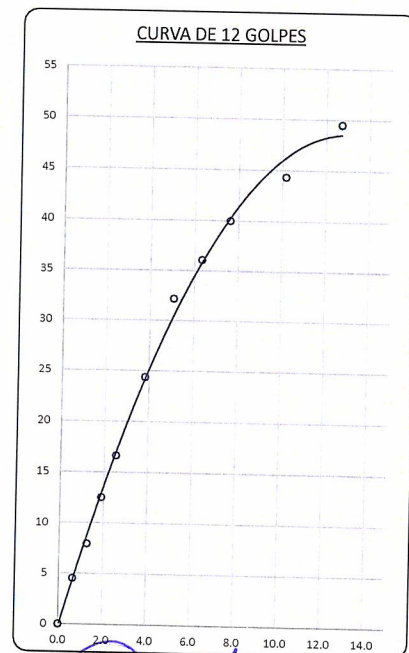
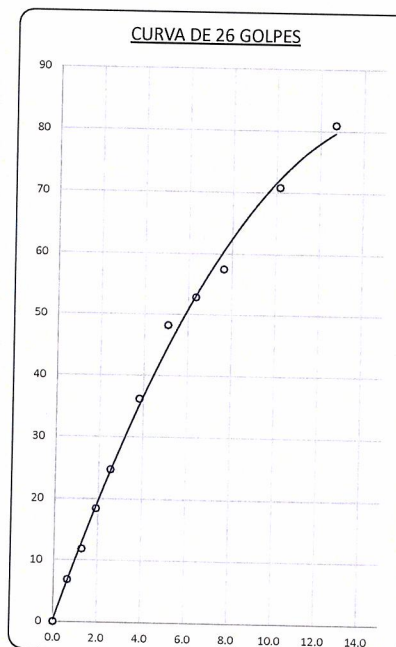
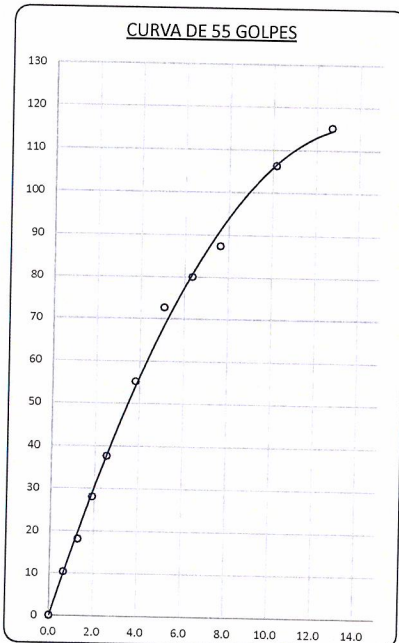


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	54.0%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	29.6%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	69.6%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	38.2%

LEYENDA

	CURVA A 0.1"
	CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

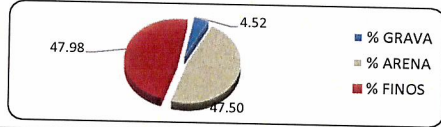
CALICATA : C - 03

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

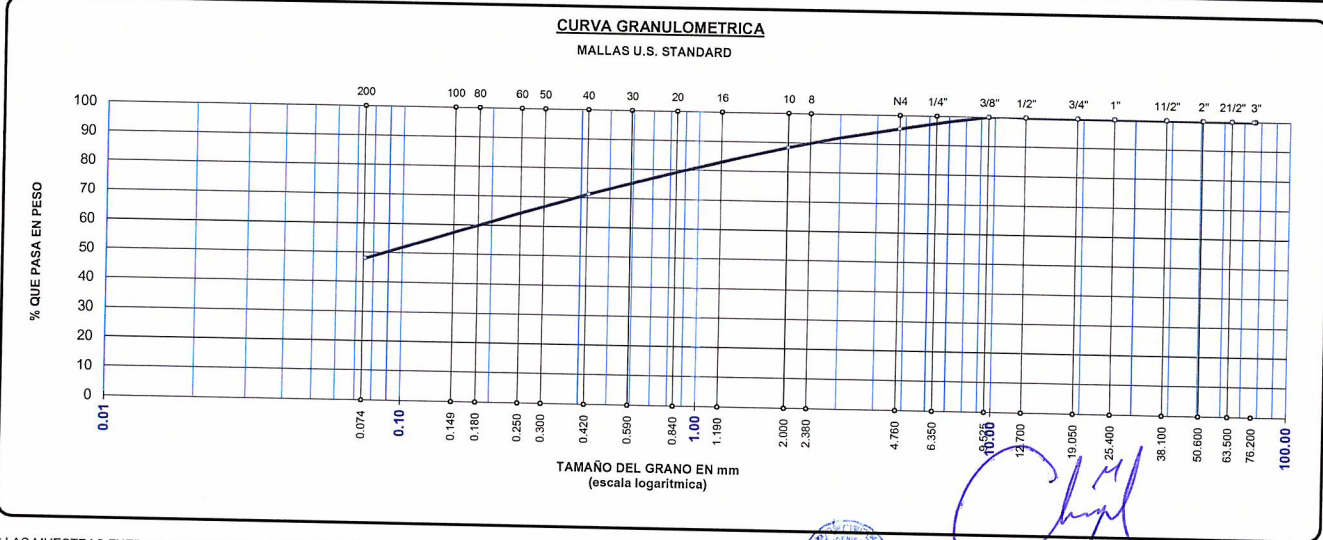
TAMAÑO MÁXIMO	:		Pulg.
PESO INICIAL	:	500.0	gr.
FRACCIÓN	:	477.4	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.07 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.17 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.44 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 6.73 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC - SM CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.760	22.60	4.52	4.52	95.48		
No8	2.380						
No10	2.000	35.60	7.12	11.64	88.36		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	85.60	17.12	28.76	71.24		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	116.30	23.26	52.02	47.98		
BASE		239.90	47.98	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		47.98	9.60				



% GRAVA	4.52	% ARENA	47.50	% FINOS	47.98
D 10 =	----	D 30 =	----	D 60 =	0.256
Cu =	----	Cc =	----		

OBSERVACIONES :



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
PROMEDIO	%

HUMEDAD NATURAL		
9	10	11
441.90	459.30	479.20
399.22	414.99	432.76
46.39	49.02	45.79
42.68	44.31	46.44
352.83	365.97	386.97
12.10	12.11	12.00
12.07		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edm. Voel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES **UBICACIÓN** : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL **FECHA** : 12/08/2024

CALICATA : C - 03 **PROF.** : 0.30m. - 1.50m.

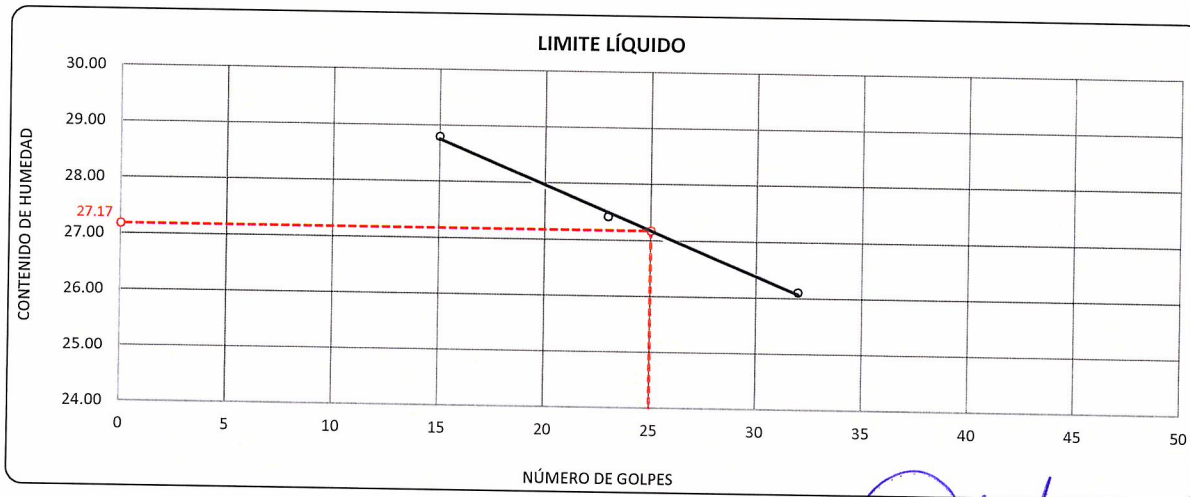
MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
5	6	7
65.82	70.15	65.97
61.97	66.00	62.42
48.60	50.86	48.82
3.85	4.15	3.55
13.37	15.14	13.60
28.80	27.41	26.10
15	23	32
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
3	4
28.11	28.62
27.10	27.60
22.17	22.60
1.01	1.02
4.93	5.00
20.49	20.40
---	---
20.44	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	27.2	20.4	6.7	12.07
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Joel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

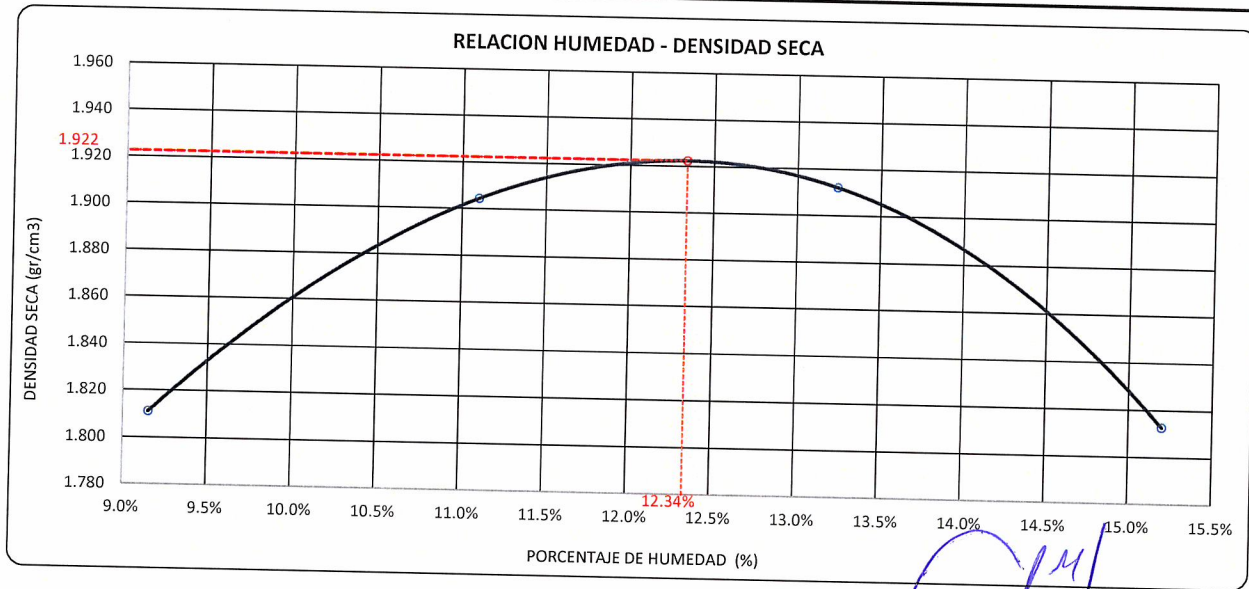
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5831	5963	6010	5937
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1875	2007	2054	1981
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.977	2.116	2.165	2.088

	No	25	26	27	28
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	418.38	582.94	596.62	609.47
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	389.53	532.12	535.41	538.53
PESO DE TARA	gr.	74.24	74.29	73.10	71.80
PESO DEL AGUA	gr.	28.85	50.82	61.21	70.94
PESO DE SUELO SECO	gr.	315.29	457.83	462.31	466.73
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	9.15%	11.10%	13.24%	15.20%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	9.15%	11.10%	13.24%	15.20%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.811	1.904	1.912	1.813

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.922	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.34%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 12/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		55		26		12	
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12269	12302	11749	11805	11676	11762
PESO DEL MOLDE	gr.	7679	7679	7385	7385	7442	7442
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2123	2123	2115	2115	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4590	4623	4364	4420	4234	4320
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.162	2.178	2.063	2.090	1.989	2.029
TARRO N°		43	44	45	46	47	48
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	475.73	439.8	443.11	481.84	551.99	507.44
TARRO + SUELO SECO	gr.	428.6	394.03	397.66	426.71	496.97	448.72
PESO DEL TARRO	gr.	51.54	52.425	53.31	54.195	55.08	55.965
PESO DEL AGUA	gr.	47.13	45.77	45.45	55.13	55.02	58.72
PESO DEL SUELO SECO	gr.	377.06	341.605	344.35	372.515	441.89	392.755
HUMEDAD	%	12.50%	13.40%	13.20%	14.80%	12.45%	14.95%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.922	1.920	1.823	1.820	1.769	1.765

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
08/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
09/08/24	09.00 AM.	24:00:00	9	0.24	0.19	14	0.35	0.27	21	0.54	0.43
10/08/24	09.00 AM.	48:00:00	13	0.34	0.27	19	0.49	0.39	31	0.79	0.63
11/08/24	09.00 AM.	72:00:00	18	0.45	0.36	25	0.64	0.51	43	1.09	0.86
12/08/24	09.00 AM.	96:00:00	20	0.51	0.40	30	0.75	0.60	51	1.30	1.02

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	66.6	66.6	3.4		40.8	40.8	2.1		27.4	27.4	1.4	
01:00	1.270	0.050	114.4	114.4	5.8		76.9	76.9	3.9		51.2	51.2	2.6	
01:30	1.900	0.075	180.8	180.8	9.1		116.2	116.2	5.9		80.8	80.8	4.1	
02:00	2.540	0.100	240.1	240.1	12.1		155.0	155	7.8		107.2	107.2	5.4	
03:00	3.810	0.150	354.1	354.1	17.9		229.0	229	11.6		155.0	155	7.8	
04:00	5.080	0.200	466.1	466.1	23.6		301.6	301.6	15.2		203.1	203.1	10.3	
05:00	6.350	0.250	515.2	515.2	26.0		339.0	339	17.1		225.5	225.5	11.4	
06:00	7.620	0.300	564.3	564.3	28.5		376.4	376.4	19.0		247.9	247.9	12.5	
08:00	10.160	0.400	652.0	652	33.0		421.3	421.3	21.3		281.1	281.1	14.2	
10:00	12.700	0.500	772.0	772	39.0		503.6	503.6	25.5		316.1	316.1	16.0	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Foel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

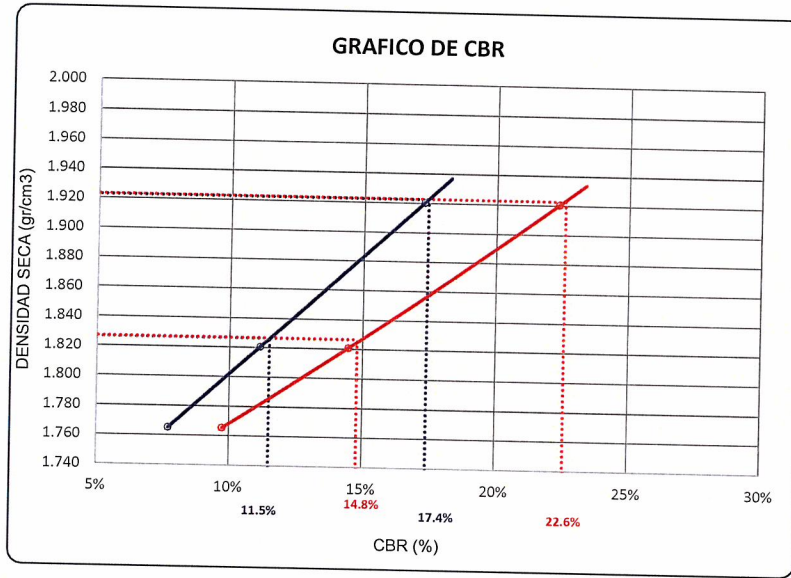
CALICATA : C - 03

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 12/08/2024

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

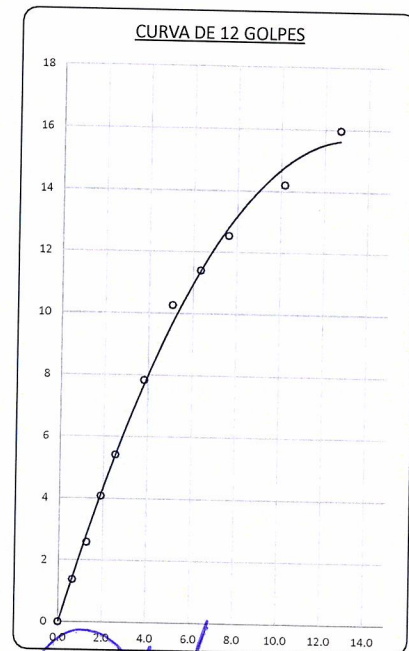
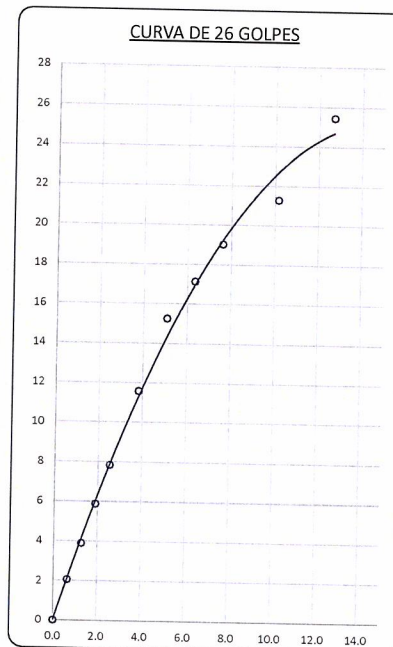
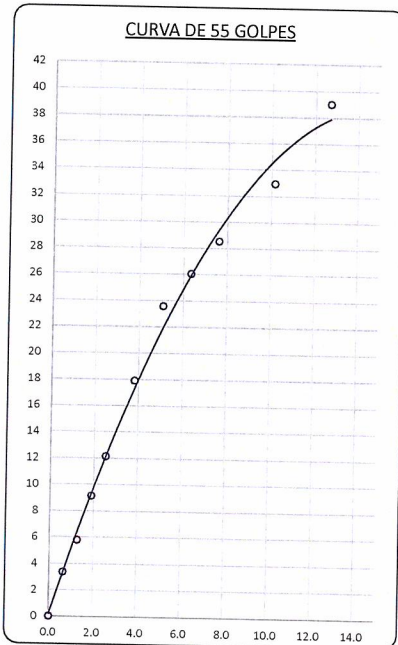


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	17.4%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	11.5%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	22.6%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	14.8%

LEYENDA

	CURVA A 0.1"
	CURVA A 0.2"



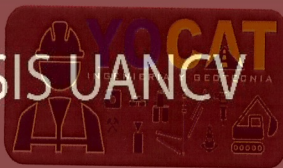
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edm. Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



TESIS UANCV



"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT SUC" LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO SUELO - CEMENTO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G.

PAGINA: 1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + SUELO C/N CEMENTO

FECHA : 19/08/2024

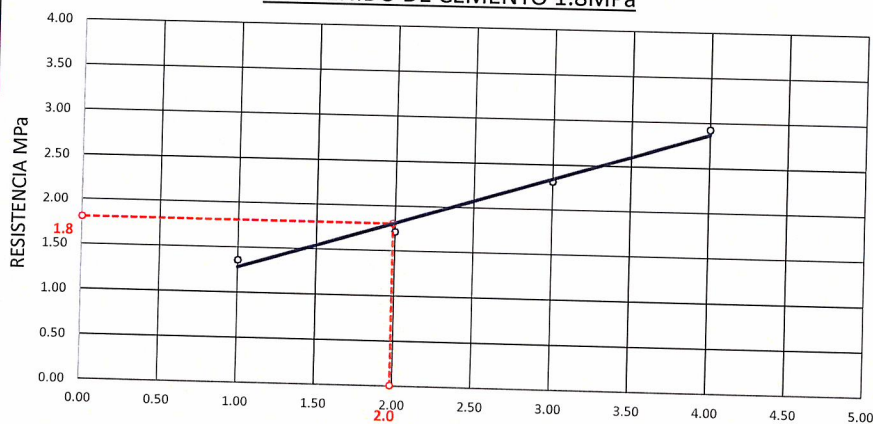
CALICATA : ----

PROF. : ----

MUESTRA : M - 01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CEMENTO (%)	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO		FECHA		EDAD (DIAS)
							(kg/cm ²)	MPa	MOLDEO	ROTURA	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 10.16 cm. x 20.26 cm.	1.00	1210.0	10.2	81.1	14.92	13.80	1.35	12/08/2024	19/08/2024	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 10.22 cm. x 20.19 cm.		1080.0	10.2	82.0	13.17			12/08/2024	19/08/2024	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 10.21 cm. x 20.21 cm.		1090.0	10.2	81.9	13.31			12/08/2024	19/08/2024	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 10.24 cm. x 20.22 cm.	2.00	1350.0	10.2	82.4	16.39	17.43	1.71	12/08/2024	19/08/2024	7
5	BRIQUETA DE PRUEBA 10.22 cm. x 20.27 cm.		1440.0	10.2	82.0	17.55			12/08/2024	19/08/2024	7
6	BRIQUETA DE PRUEBA 10.20 cm. x 20.25 cm.		1500.0	10.2	81.7	18.36			12/08/2024	19/08/2024	7
7	BRIQUETA DE PRUEBA 10.18 cm. x 20.21 cm.	3.00	2020.0	10.2	81.4	24.82	23.54	2.31	12/08/2024	19/08/2024	7
8	BRIQUETA DE PRUEBA 10.18 cm. x 20.18 cm.		1930.0	10.2	81.4	23.71			12/08/2024	19/08/2024	7
9	BRIQUETA DE PRUEBA 10.16 cm. x 20.24 cm.		1790.0	10.2	81.1	22.08			12/08/2024	19/08/2024	7
10	BRIQUETA DE PRUEBA 10.20 cm. x 20.24 cm.	4.00	2460.0	10.2	81.7	30.11	29.82	2.92	12/08/2024	19/08/2024	7
11	BRIQUETA DE PRUEBA 10.23 cm. x 20.19 cm.		2420.0	10.2	82.2	29.44			12/08/2024	19/08/2024	7
12	BRIQUETA DE PRUEBA 10.17 cm. x 20.28 cm.		2430.0	10.2	81.2	29.91			12/08/2024	19/08/2024	7

CONTENIDO DE CEMENTO 1.8MPa



ESPECIFICACIÓN : 1.80 MPa

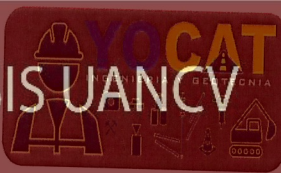
CEMENTO : 2.0 %



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL



TESIS UANCV



"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCATE S.A."
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO / ASFALTO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CEMENTO 2% + ACEITE SULFONADO



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

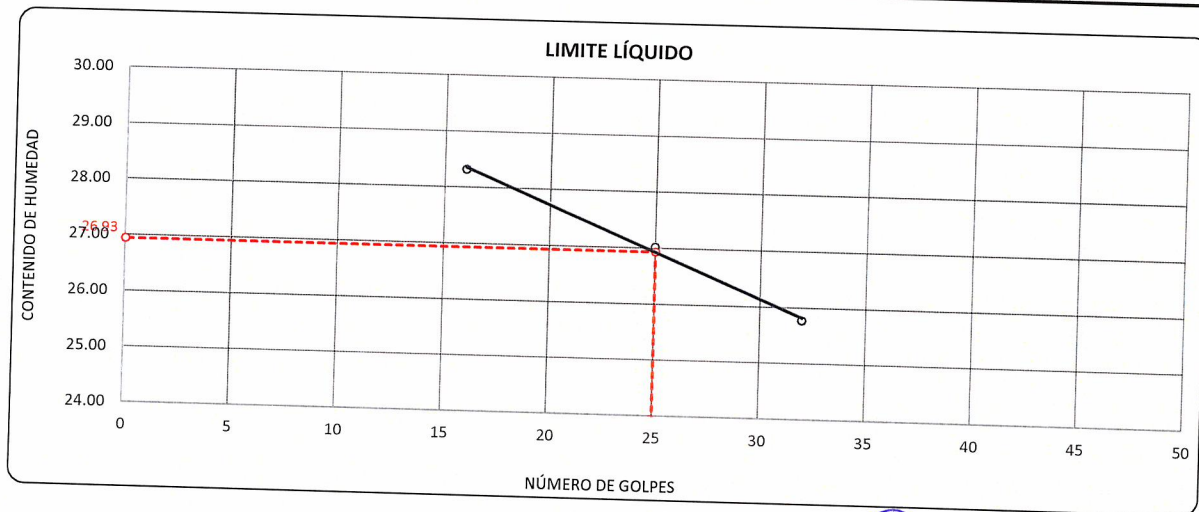
MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
6	7	8
67.99	68.19	65.94
64.21	64.07	62.52
50.86	48.82	49.25
3.78	4.12	3.42
13.35	15.25	13.27
28.31	27.02	25.77
16	25	32
----	----	----

LIMITE PLÁSTICO	
10	11
28.67	28.48
27.83	27.41
23.78	22.25
0.84	1.07
4.05	5.16
20.74	20.74
----	----
20.74	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	26.9	20.7	6.2	
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

MUESTRA : M - 01

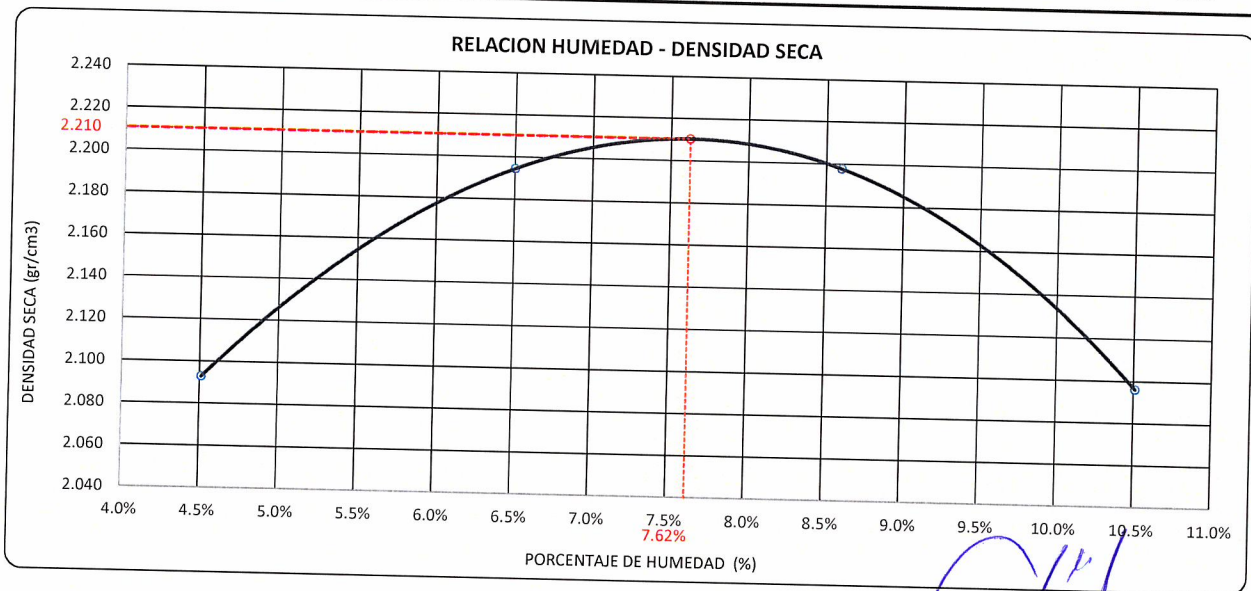
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
	A	B	C					
MÉTODO				PESO DEL MOLDE	6042		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10710	11030	11136	10986
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	4668	4988	5094	4944
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.187	2.337	2.387	2.317

	No	26	27	28	29
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	578.90	521.36	555.86	620.33
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	557.12	494.00	517.53	568.22
PESO DE TARA	gr.	74.29	73.10	71.80	72.44
PESO DEL AGUA	gr.	21.78	27.36	38.33	52.11
PESO DE SUELO SECO	gr.	482.83	420.90	445.73	495.78
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.51%	6.50%	8.60%	10.51%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	4.51%	6.50%	8.60%	10.51%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.093	2.194	2.198	2.096

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.210	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.62%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	-------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO

CALICATA : ---

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/08/2024

PROF. : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12604	12634	12502	12558	12301	12387
PESO DEL MOLDE	gr.	7556	7556	7620	7620	7562	7562
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2124	2124	2125	2125	2126	2126
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5048	5078	4882	4938	4739	4825
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.377	2.391	2.297	2.324	2.229	2.270
TARRO N°							
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	28	29	30	31	32	33
TARRO + SUELO SECO	gr.	393.48	406.19	467.22	520.03	464.33	418.86
PESO DEL TARRO	gr.	369.12	378.78	436.97	480.59	435.06	386.31
PESO DEL AGUA	gr.	46.45	46.52	46.61	47.18	46.82	48.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	24.36	27.41	30.25	39.44	29.27	32.55
HUMEDAD	%	322.67	332.26	390.36	433.41	388.24	337.62
		7.55%	8.25%	7.75%	9.10%	7.54%	9.64%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.210	2.209	2.132	2.130	2.073	2.070

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
				15/08/24	09.00 AM.		00:00	0		0.00	0.00
16/08/24	09.00 AM.	24:00:00	4	0.10	0.08	6	0.15	0.12	9	0.23	0.18
17/08/24	09.00 AM.	48:00:00	6	0.15	0.12	9	0.22	0.18	14	0.34	0.27
18/08/24	09.00 AM.	72:00:00	8	0.21	0.17	12	0.31	0.24	18	0.45	0.36
19/08/24	09.00 AM.	96:00:00	10	0.24	0.19	13	0.34	0.27	20	0.50	0.39

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	313.3	313.3	15.8		204.9	204.9	10.4		136.4	136.4	6.9	
01:00	1.270	0.050	552.2	552.2	27.9		355.6	355.6	18.0		237.1	237.1	12.0	
01:30	1.900	0.075	858.2	858.2	43.4		555.0	555	28.1		370.7	370.7	18.7	
02:00	2.540	0.100	1153.7	1153.7	58.3		743.9	743.9	37.6		497.7	497.7	25.2	
03:00	3.810	0.150	1680.3	1680.3	84.9		1098.8	1098.8	55.5		737.2	737.2	37.3	
04:00	5.080	0.200	2231.4	2231.4	112.8		1451.9	1451.9	73.4		963.3	963.3	48.7	
05:00	6.350	0.250	2516.6	2516.6	127.2		1647.4	1647.35	83.3		1081.7	1081.65	54.7	
06:00	7.620	0.300	2801.8	2801.8	141.6		1842.8	1842.8	93.2		1200.0	1200	60.7	
08:00	10.160	0.400	3149.1	3149.1	159.2		2010.5	2010.5	101.6		1344.9	1344.9	68.0	
10:00	12.700	0.500	3581.4	3581.4	181.0		2252.3	2252.3	113.9		1610.7	1610.7	81.4	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO

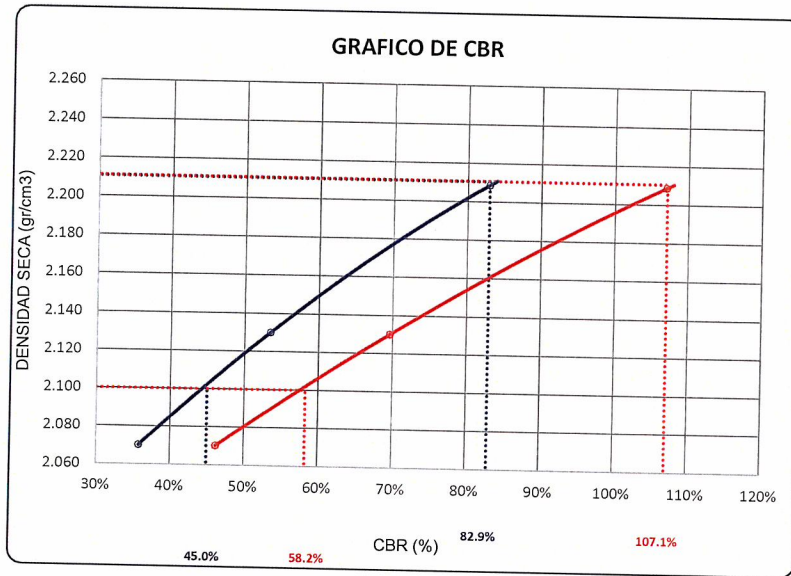
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/08/2024

PROF. : ----

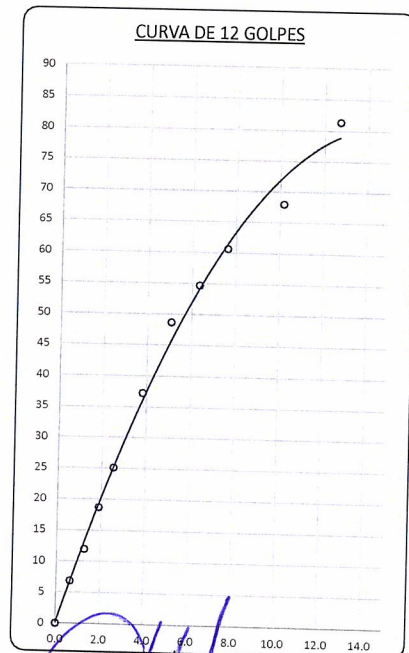
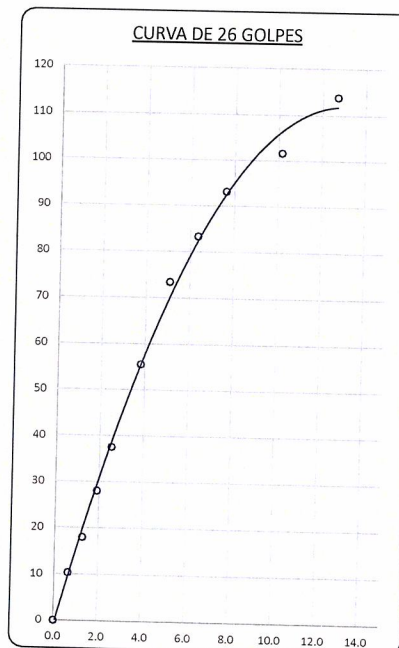
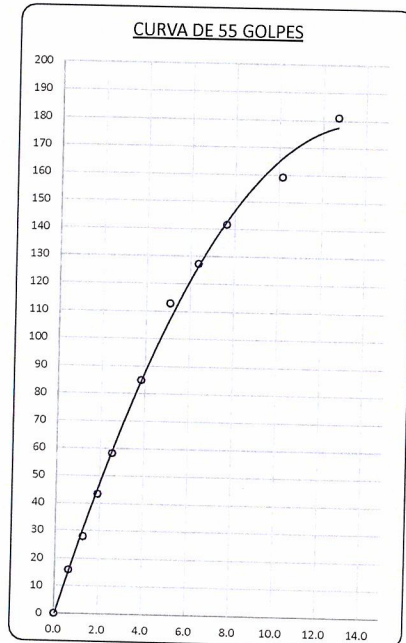


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	82.9%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	45.0%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	107.1%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	58.2%

LEYENDA

	CURVA A 0.1"
	CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA: 5	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO FECHA : 26/08/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO		FECHA		EDAD (DIAS)
						(kg/cm ²)	MPa	MOLDEO	ROTURA	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	1500.0	10.2	81.9	18.32	18.57	1.82	19/08/2024	26/08/2024	7
	10.21 cm. x 20.23 cm.									
2	BRIQUETA DE PRUEBA	1470.0	10.2	81.2	18.10					
	10.17 cm. x 20.26 cm.									
3	BRIQUETA DE PRUEBA	1590.0	10.2	82.4	19.31					
	10.24 cm. x 20.22 cm.									



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSION :	
	PAGINA : 6	
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTCE 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO FECHA : 10/09/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO	
PORCENTAJE DE CEMENTO	2.0	%
ACEITE SULFONADO	0.0	%
FECHA DE MOLDEO	19/08/2024	

CÁLCULOS:
$D = (B/(1+C)) \times 100$
% Pérdida = D/A x 100

DATOS DE LA MUESTRA:	ESPECIMEN N° 1		ESPECIMEN N° 2	
BRIQUETA N°	01		02	
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	3936.4	gr	3936.4	gr
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	3657.6	gr	3657.6	gr
DIAMETRO	10.20	cm	10.20	cm
ALTURA	20.25	cm	20.25	cm
VOLUMEN	1654.7	cm ³	1654.7	cm ³
PESO UNITARIO	2.210	gr/cm ³	2.210	gr/cm ³
PORCENTAJE DE HUMEDAD	7.6	%	7.6	%

FECHA DE CICLO	N° de ciclo	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN										PERDIDA DE SUELO - CEMENTO					
		ESPECIMEN N° 1										ESPECIMEN N° 2					
		Peso al final de las 5 horas	Diametro	Altura	Volumen	Peso despues de las 42 horas	Diametro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso despues de las 42 horas	Peso despues Cepillado	Diametro	Altura	Volumen	
19/08/2024	1	3936.4	10.20	20.25	1654.7	3836.4	10.1	20.0	1612.7	2.6	3697.7	3921.2	3698	9.97	19.91	1554.4	
21/08/2024	2	3909.6	10.17	20.23	1643.4	3660.8	9.9	20.0	1538.8	6.8	3663.3	3799.4	3663	9.94	19.86	1539.9	
23/08/2024	3	3886.4	10.15	20.21	1633.7	3622.1	9.9	19.9	1522.6	7.3	3623.8	3855.6	3624	9.89	19.83	1523.3	
25/08/2024	4	3864.4	10.12	20.19	1624.4	3597.3	9.8	19.9	1512.2	7.4	3586.2	3736.9	3586	9.85	19.78	1507.5	
27/08/2024	5	3838.1	10.09	20.17	1613.4	3575.6	9.8	20.0	1503.0	7.3	3543.8	3750.2	3544	9.80	19.75	1489.7	
29/08/2024	6	3811.5	10.06	20.14	1602.2	3548.5	9.8	19.9	1491.6	7.4	3503.5	3711.5	3504	9.76	19.71	1472.7	
31/08/2024	7	3790.7	10.04	20.13	1593.4	3619.8	9.9	19.8	1521.6	4.7	3467.5	3621.5	3467	9.72	19.66	1457.6	
2/09/2024	8	3768.5	10.02	20.10	1584.1	3532.8	9.8	19.8	1485.0	6.7	3430.0	3613.9	3430	9.68	19.61	1441.8	
4/09/2024	9	3741.1	9.99	20.07	1572.6	3549.9	9.8	19.8	1492.2	5.4	3396.5	3544.4	3397	9.64	19.58	1427.8	
6/09/2024	10	3714.8	9.96	20.05	1561.5	3556.9	9.8	19.8	1495.2	4.4	3353.0	3573.8	3353	9.59	19.53	1409.4	
8/09/2024	11	3688.4	9.93	20.02	1550.4	3526.0	9.8	19.7	1482.2	4.6	3314.4	3542.7	3314	9.54	19.48	1393.2	
10/09/2024	12	3671.3	9.91	20.01	1543.3	3442.7	9.6	19.8	1447.2	6.6	3280.1	3400.0	3280	9.50	19.44	1378.8	
PROMEDIO DE HUMEDAD		5.9								%	PESO FINAL A 110 °C (B)		3280.1	gr			
											% DE AGUA RETENIDA (C)		5.94	gr			
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)		3096.06	gr			

PERDIDA DE PESO



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.20 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

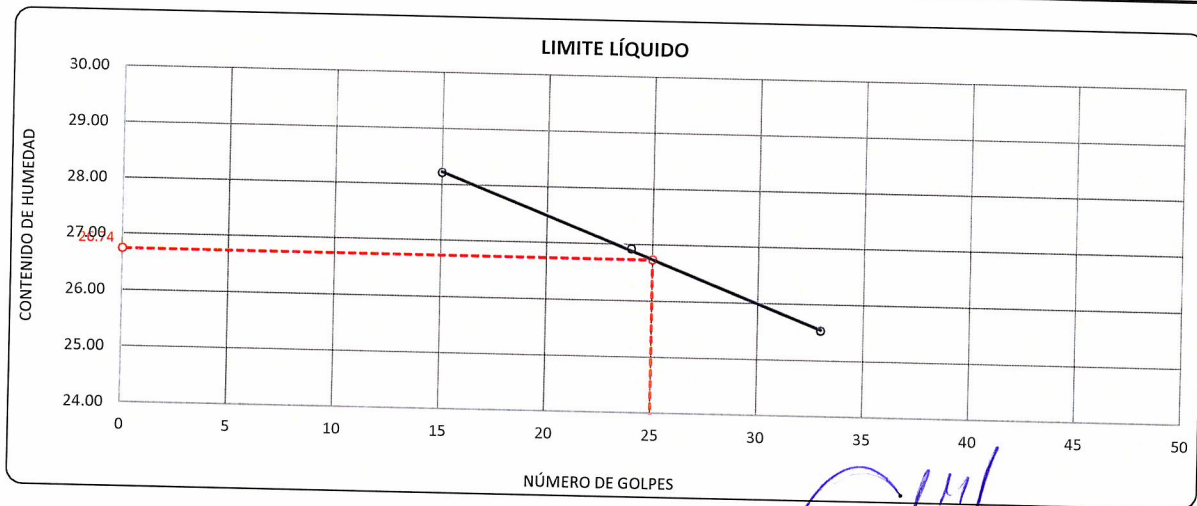
MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
1	2	3
66.84	64.24	69.21
62.82	60.88	65.48
48.57	48.40	50.87
4.02	3.36	3.73
14.25	12.48	14.61
28.21	26.92	25.53
15	24	33

LIMITE PLÁSTICO	
2	3
27.89	28.90
26.77	27.73
21.43	22.17
1.12	1.17
5.34	5.56
20.97	21.04
---	---
21.01	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	26.7	21.0	5.7	
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.20 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

MUESTRA : M - 02

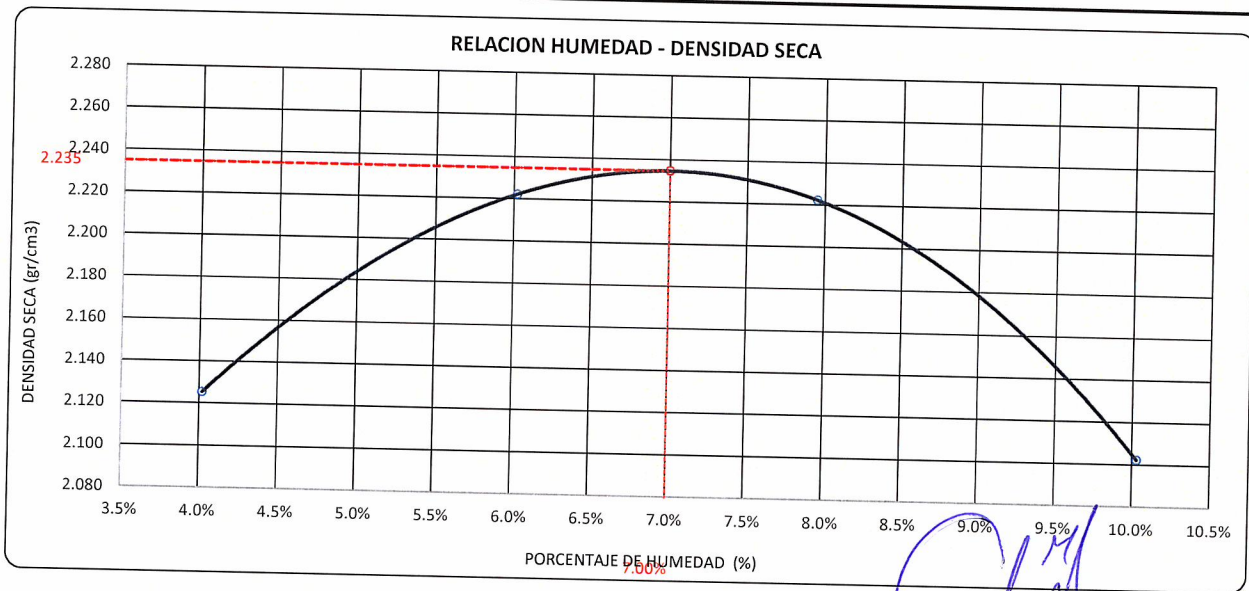
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134 cm3	NÚMERO DE CAPAS	5
	A	B	C				
MÉTODO				PESO DEL MOLDE	6042	NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10760	11070	11162	10979
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm3.	4718	5028	5120	4937
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm3.	2.211	2.356	2.399	2.313

	No	21	22	23	24
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	551.31	505.01	458.74	487.85
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	532.76	480.46	430.38	450.24
PESO DE TARA	gr.	71.22	72.60	73.64	75.28
PESO DEL AGUA	gr.	18.55	24.55	28.36	37.61
PESO DE SUELO SECO	gr.	461.54	407.86	356.74	374.96
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.02%	6.02%	7.95%	10.03%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	4.02%	6.02%	7.95%	10.03%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.125	2.222	2.222	2.102

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.235	gr/cm3	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.00%
----------------------	-------	--------	-----------------------------	-------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.20 L/m3 ACEITE SULFONADO

CALICATA : ---

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/08/2024

PROF. : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		55		26		12	
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12642	12672	12448	12506	12446	12534
PESO DEL MOLDE	gr.	7562	7562	7547	7547	7679	7679
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2126	2126	2131	2131	2123	2123
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5080	5110	4901	4959	4767	4855
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.389	2.404	2.300	2.327	2.245	2.287
TARRO N°		14	15	16	17	18	19
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	394.23	516.36	421.53	412.98	442.16	420.72
TARRO + SUELO SECO	gr.	371.72	483.19	398.95	386.59	416.59	389.78
PESO DEL TARRO	gr.	45.56	46.74	46.18	46.11	45.5	45.66
PESO DEL AGUA	gr.	22.51	33.17	22.58	26.39	25.57	30.94
PESO DEL SUELO SECO	gr.	326.16	436.45	352.77	340.48	371.09	344.12
HUMEDAD	%	6.90%	7.60%	6.40%	7.75%	6.89%	8.99%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.235	2.234	2.162	2.160	2.101	2.098

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/08/24	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
16/08/24	09.00 AM.	24:00:00	3	0.07	0.05	4	0.10	0.08	6	0.16	0.12
17/08/24	09.00 AM.	48:00:00	4	0.10	0.08	6	0.14	0.11	9	0.23	0.18
18/08/24	09.00 AM.	72:00:00	5	0.13	0.10	7	0.18	0.14	12	0.30	0.24
19/08/24	09.00 AM.	96:00:00	6	0.15	0.12	9	0.22	0.17	14	0.36	0.28

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	kg/cm2	0.0	0.0	0.0	kg/cm2	0.0	0.0	0.0	kg/cm2
00:30	0.635	0.025	370.2	370.2	18.7	kg/cm2	246.1	246.1	12.4	kg/cm2	159.9	159.9	8.1	kg/cm2
01:00	1.270	0.050	652.2	652.2	33.0	kg/cm2	430.5	430.5	21.8	kg/cm2	281.1	281.1	14.2	kg/cm2
01:30	1.900	0.075	1019.3	1019.3	51.5	kg/cm2	672.7	672.7	34.0	kg/cm2	441.6	441.6	22.3	kg/cm2
02:00	2.540	0.100	1362.4	1362.4	68.9	kg/cm2	901.3	901.3	45.6	kg/cm2	592.1	592.1	29.9	kg/cm2
03:00	3.810	0.150	2011.9	2011.9	101.7	kg/cm2	1331.0	1331	67.3	kg/cm2	863.3	863.3	43.6	kg/cm2
04:00	5.080	0.200	2649.1	2649.1	133.9	kg/cm2	1745.4	1745.4	88.2	kg/cm2	1152.2	1152.2	58.2	kg/cm2
05:00	6.350	0.250	3015.9	3015.9	152.4	kg/cm2	1937.2	1937.2	97.9	kg/cm2	1305.3	1305.3	66.0	kg/cm2
06:00	7.620	0.300	3382.7	3382.7	171.0	kg/cm2	2129.0	2129	107.6	kg/cm2	1458.4	1458.4	73.7	kg/cm2
08:00	10.160	0.400	3685.9	3685.9	186.3	kg/cm2	2477.5	2477.5	125.2	kg/cm2	1632.4	1632.4	82.5	kg/cm2
10:00	12.700	0.500	4380.8	4380.8	221.4	kg/cm2	2863.2	2863.2	144.7	kg/cm2	1777.4	1777.4	89.8	kg/cm2

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Toel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.20 L/m³ ACEITE SULFONADO

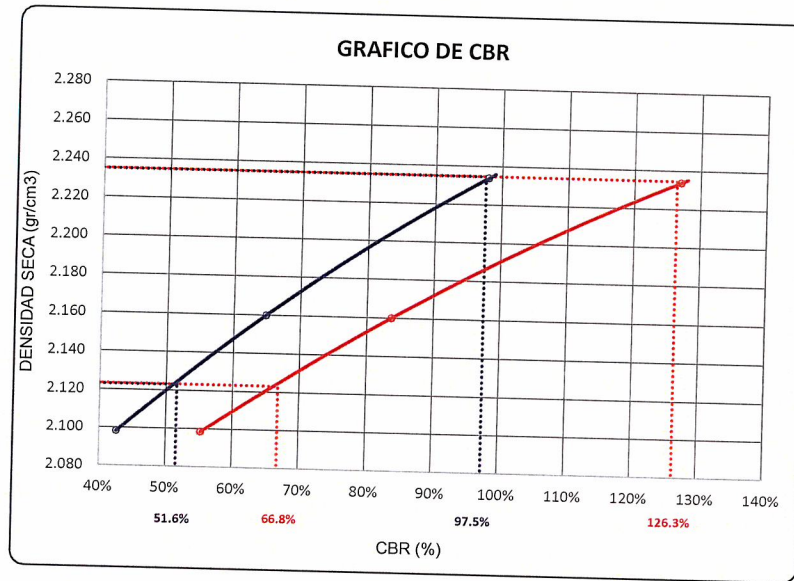
CALICATA : ---

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/08/2024

PROF. : ---

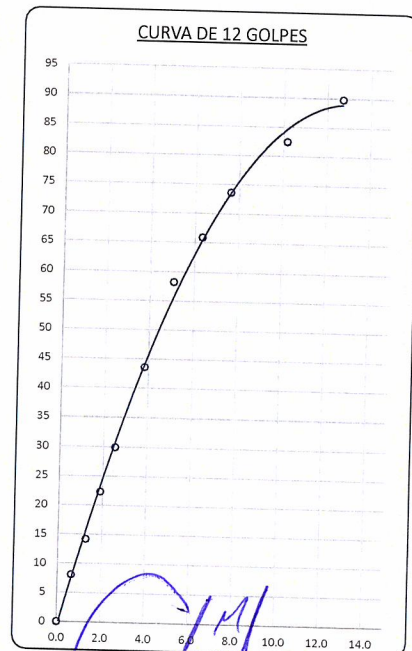
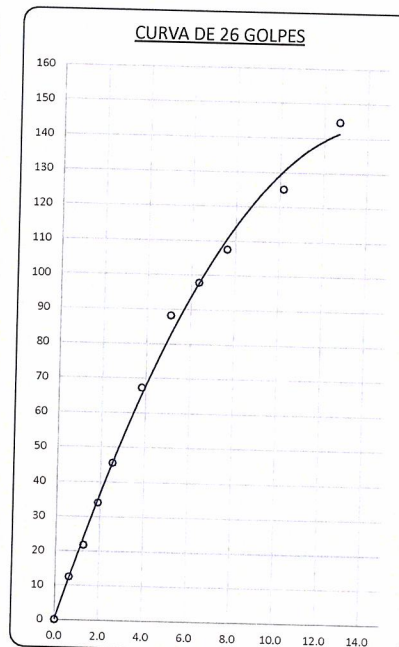
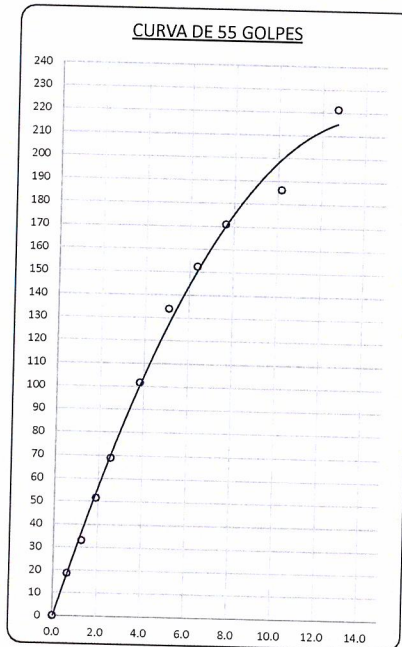


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	97.5%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	51.6%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	126.3%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	66.8%

LEYENDA

	CURVA A 0.1"
	CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA: 5	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.20 L/m3 ACEITE SULFO FECHA : 26/08/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 02

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO		FECHA		EDAD (DIAS)
						(kg/cm ²)	MPa	MOLDEO	ROTURA	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	1720.0	10.2	81.1	21.22	21.47	2.11	19/08/2024	26/08/2024	7
	10.16 cm. x 20.24 cm.									
2	BRIQUETA DE PRUEBA	1790.0	10.2	82.2	21.78			19/08/2024	26/08/2024	7
	10.23 cm. x 20.20 cm.									
3	BRIQUETA DE PRUEBA	1750.0	10.2	81.7	21.42	19/08/2024	26/08/2024	7		
	10.20 cm. x 20.18 cm.									



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CÓDIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOGAT" S.A.C.

PAGINA : 6

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTCE 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.20 L/m3 ACEITE SULFONADO FECHA : 10/09/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 02

DESCRIPCIÓN	MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO	
PORCENTAJE DE CEMENTO	2.0	%
ACEITE SULFONADO	0.20	%
FECHA DE MOLDEO	19/08/2024	

CÁLCULOS:
$D = (B/(1+C)) \times 100$
% Pérdida = D/A x 100

DATOS DE LA MUESTRA:	ESPECIMEN N° 1		ESPECIMEN N° 2	
BRIQUETA N°	01		02	
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	3956.4	gr	3956.4	gr
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	3697.6	gr	3697.6	gr
DIAMETRO	10.20	cm	10.20	cm
ALTURA	20.25	cm	20.25	cm
VOLUMEN	1654.7	cm ³	1654.7	cm ³
PESO UNITARIO	2.235	gr/cm ³	2.235	gr/cm ³
PORCENTAJE DE HUMEDAD	7.0	%	7.0	%

FECHA DE CICLO	N° de ciclo	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN									PERDIDA DE SUELO - CEMENTO					
		ESPECIMEN N° 1									ESPECIMEN N° 2					
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después de 42 horas Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen
19/08/2024	1	3956.4	10.20	20.25	1654.7	3829.4	10.1	20.0	1601.6	3.3	3738.9	3851.6	3739	9.96	20.07	1563.7
21/08/2024	2	3936.7	10.18	20.24	1646.4	3778.0	10.0	20.0	1580.1	4.2	3708.6	3761.2	3709	9.93	20.04	1551.0
23/08/2024	3	3915.4	10.16	20.22	1637.5	3719.9	9.9	20.0	1555.7	5.3	3672.2	3759.2	3672	9.89	20.00	1535.8
25/08/2024	4	3892.5	10.13	20.20	1627.9	3697.7	9.9	19.9	1546.5	5.3	3632.1	3646.8	3632	9.84	19.97	1519.0
27/08/2024	5	3871.2	10.11	20.17	1619.0	3632.5	9.8	20.0	1519.2	6.6	3594.0	3680.8	3594	9.80	19.92	1503.1
29/08/2024	6	3848.4	10.08	20.15	1609.5	3705.1	9.9	20.0	1549.6	3.9	3558.4	3616.8	3558	9.76	19.89	1488.2
31/08/2024	7	3831.5	10.07	20.14	1602.4	3655.3	9.9	19.9	1528.7	4.8	3517.4	3582.8	3517	9.72	19.84	1471.1
2/09/2024	8	3812.3	10.04	20.13	1594.4	3567.0	9.8	19.9	1491.8	6.9	3476.7	3547.3	3477	9.67	19.81	1454.1
4/09/2024	9	3790.7	10.02	20.11	1585.4	3597.5	9.8	19.8	1504.6	5.4	3439.8	3511.2	3440	9.63	19.77	1438.6
6/09/2024	10	3765.4	9.99	20.08	1574.8	3558.4	9.8	19.8	1488.2	5.8	3402.3	3415.2	3402	9.58	19.72	1422.9
8/09/2024	11	3743.4	9.97	20.07	1565.6	3571.7	9.8	19.8	1493.8	4.8	3370.3	3412.0	3370	9.55	19.68	1409.5
10/09/2024	12	3726.6	9.95	20.05	1558.5	3568.1	9.8	19.8	1492.3	4.4	3331.7	3387.1	3332	9.51	19.63	1393.4



PROMEDIO DE HUMEDAD

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman

INGENIERO CIVIL

CIP. N° 239714

ESP. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

5.1 %

PESO FINAL A 110 °C (B)	3331.7	gr
% DE AGUA RETENIDA (C)	5.1	gr
PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)	3171.49	gr

PERDIDA DE PESO

14.2 %



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.28 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

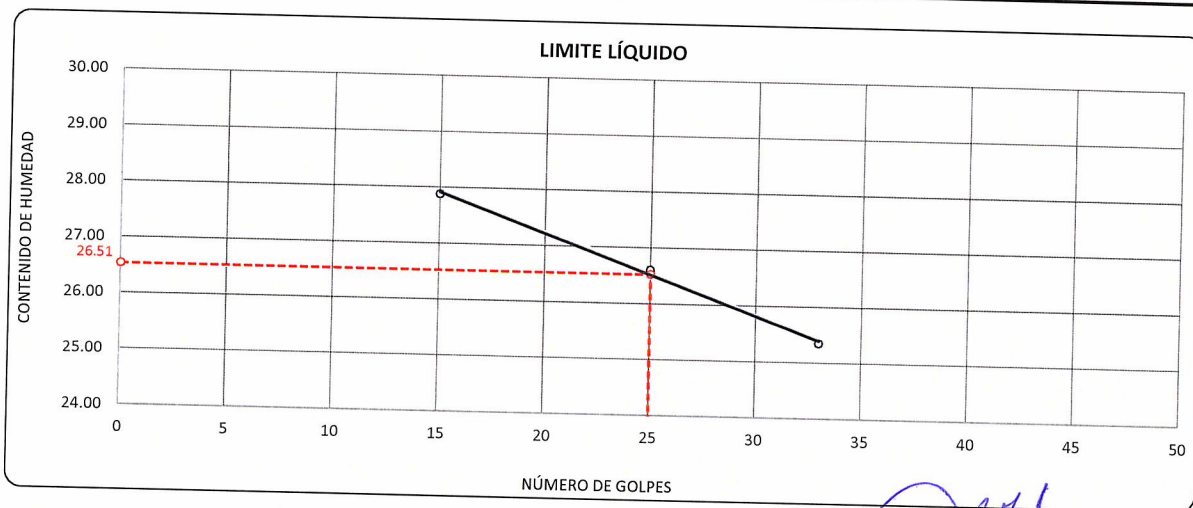
MUESTRA : M - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
1	2	3
67.88	68.06	69.86
63.67	63.93	66.02
48.57	48.40	50.87
4.21	4.13	3.84
15.10	15.53	15.15
27.88	26.59	25.35
15	25	33

LIMITE PLÁSTICO	
6	7
28.40	27.73
27.29	26.62
22.11	21.41
1.11	1.11
5.18	5.21
21.43	21.31
---	---
21.37	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	26.5	21.4	5.1	
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.28 L/m³ ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

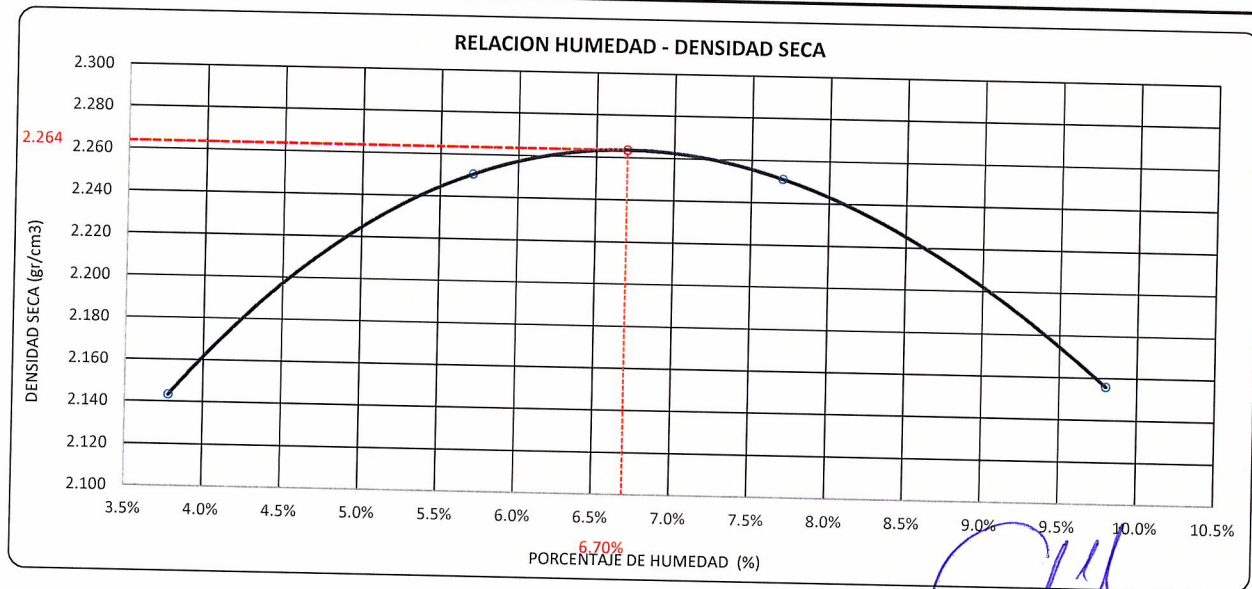
MUESTRA : M - 03

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
	A	B	C					
MÉTODO				PESO DEL MOLDE	6042		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10789	11120	11217	11094
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	4747	5078	5175	5052
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.224	2.379	2.425	2.367

	No	2	3	4	5
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	389.93	466.58	557.91	495.48
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	378.40	445.29	523.40	457.83
PESO DE TARA	gr.	73.26	72.40	75.26	73.66
PESO DEL AGUA	gr.	11.53	21.29	34.51	37.65
PESO DE SUELO SECO	gr.	305.14	372.89	448.14	384.17
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	3.78%	5.71%	7.70%	9.80%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	3.78%	5.71%	7.70%	9.80%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.143	2.251	2.251	2.156

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.264	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			6.70%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.28 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

MUESTRA : M - 03

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12607	12638	13244	13302	13124	13212
PESO DEL MOLDE	gr.	7496	7496	8270	8270	8315	8315
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2114	2114	2114	2114	2117	2117
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5111	5142	4974	5032	4809	4897
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.418	2.432	2.353	2.380	2.272	2.313
TARRO N°		14	15	16	17	18	19
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	471.87	508.08	397.52	496.59	444.01	500.69
TARRO + SUELO SECO	gr.	444.73	475.89	373.01	459.96	418.81	463.69
PESO DEL TARRO	gr.	45.56	46.74	46.18	46.11	45.5	45.66
PESO DEL AGUA	gr.	27.14	32.19	24.51	36.63	25.2	37
PESO DEL SUELO SECO	gr.	399.17	429.15	326.83	413.85	373.31	418.03
HUMEDAD	%	6.80%	7.50%	7.50%	8.85%	6.75%	8.85%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.264	2.263	2.189	2.187	2.128	2.125

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
				15/08/24	09.00 AM.		00:00	0		0.00	0.00
16/08/24	09.00 AM.	24:00:00	3	0.08	0.06	5	0.11	0.09	7	0.18	0.14
17/08/24	09.00 AM.	48:00:00	4	0.11	0.09	7	0.17	0.13	10	0.25	0.19
18/08/24	09.00 AM.	72:00:00	6	0.15	0.12	9	0.23	0.18	13	0.34	0.27
19/08/24	09.00 AM.	96:00:00	7	0.18	0.14	11	0.27	0.21	15	0.38	0.30

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pu/g.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	438.5	438.5	22.2		290.8	290.8	14.7		194.5	194.5	9.8	
01:00	1.270	0.050	770.6	770.6	39.0		510.8	510.8	25.8		337.3	337.3	17.0	
01:30	1.900	0.075	1201.4	1201.4	60.7		797.5	797.5	40.3		528.7	528.7	26.7	
02:00	2.540	0.100	1608.7	1608.7	81.3		1066.7	1066.7	53.9		706.2	706.2	35.7	
03:00	3.810	0.150	2349.5	2349.5	118.8		1575.2	1575.2	79.6		1047.9	1047.9	53.0	
04:00	5.080	0.200	3103.8	3103.8	156.9		2072.7	2072.7	104.8		1371.4	1371.4	69.3	
05:00	6.350	0.250	3549.9	3549.9	179.4		2329.6	2329.6	117.8		1530.7	1530.65	77.4	
06:00	7.620	0.300	3995.9	3995.9	202.0		2586.5	2586.5	130.7		1689.9	1689.9	85.4	
08:00	10.160	0.400	4536.7	4536.7	229.3		3009.2	3009.2	152.1		1929.4	1929.4	97.5	
10:00	12.700	0.500	4789.9	4789.9	242.1		3273.3	3273.3	165.5		2255.9	2255.9	114.0	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.28 L/m³ ACEITE SULFONADO

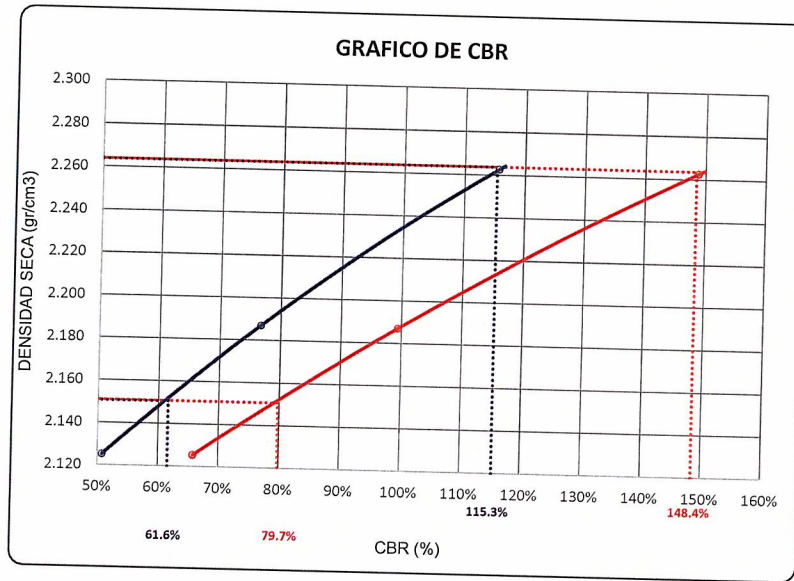
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 03

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/08/2024

PROF. : ----

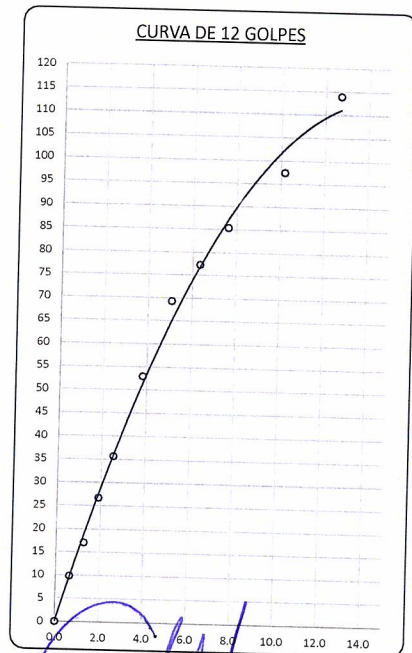
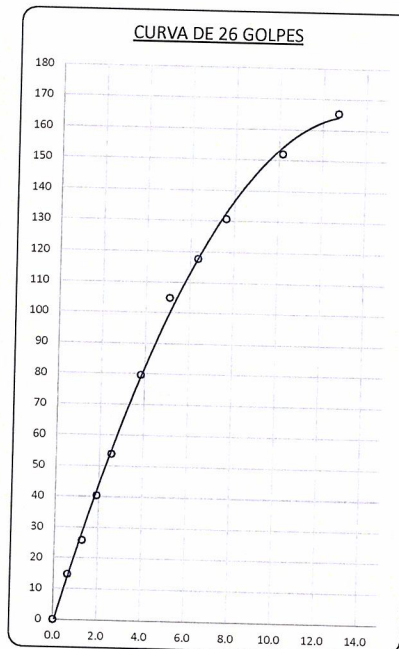
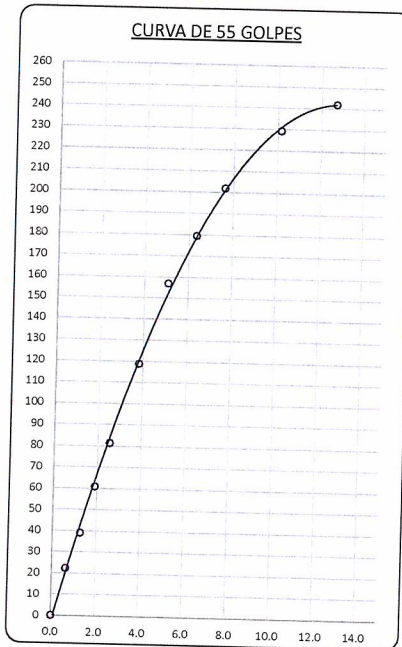


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	115.3%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	61.6%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	148.4%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	79.7%

LEYENDA

	CURVA A 0.1"
	CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yeel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA: 5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.28 L/m3 ACEITE SULFO FECHA : 26/08/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 03

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO		FECHA		EDAD (DIAS)
						(kg/cm ²)	MPa	MOLDEO	ROTURA	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 10.16 cm. x 20.24 cm.	2000.0	10.2	81.1	24.67	24.78	2.43	19/08/2024	26/08/2024	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 10.23 cm. x 20.20 cm.	2050.0	10.2	82.2	24.94			19/08/2024	26/08/2024	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 10.20 cm. x 20.18 cm.	2020.0	10.2	81.7	24.72			19/08/2024	26/08/2024	7



Ing. Edwin Noel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 6

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOGAT" S.A.C.

RUC - 20606762357

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTC E 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.28 L/m3 ACEITE SULFONADO

CALICATA : ---

MUESTRA : M - 03

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 10/09/2024

PROF. : ---

DESCRIPCIÓN	MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO	
PORCENTAJE DE CEMENTO	2.0	%
ACEITE SULFONADO	0.28	%
FECHA DE MOLDEO	19/08/2024	

CÁLCULOS:	
D = (B/(1+C)) x 100	
% Pérdida = D/A x 100	

DATOS DE LA MUESTRA:	ESPECIMEN N° 1		ESPECIMEN N° 2	
BRIQUETA N°	01		02	
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	3996.6	gr	3996.6	gr
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	3745.7	gr	3745.7	gr
DIAMETRO	10.20	cm	10.20	cm
ALTURA	20.25	cm	20.25	cm
VOLUMEN	1654.7	cm3	1654.7	cm3
PESO UNITARIO	2.264	gr/cm3	2.264	gr/cm3
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.7	%	6.7	%

FECHA DE CICLO	N° de ciclo	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN										PERDIDA DE SUELO - CEMENTO					
		ESPECIMEN N° 1					ESPECIMEN N° 2					ESPECIMEN N° 2					
		Peso al final de las 5 horas	Diametro	Altura	Volumen	Peso despues de las 42 horas	Diametro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso despues de las 42 horas	Peso despues Cepillado	Diametro	Altura	Volumen	
19/08/2024	1	3996.6	10.20	20.25	1654.7	3918.5	10.1	20.1	1622.4	2.0	3845.4	4011.4	3845	10.05	20.07	1592.1	
21/08/2024	2	3970.8	10.17	20.23	1644.0	3814.5	10.0	20.0	1579.3	4.1	3811.9	4005.9	3812	10.01	20.04	1578.2	
23/08/2024	3	3949.1	10.15	20.21	1635.0	3787.7	10.0	20.0	1568.2	4.3	3782.4	3970.4	3782	9.98	20.01	1566.0	
25/08/2024	4	3921.5	10.12	20.18	1623.6	3764.6	10.0	20.0	1558.6	4.2	3750.9	3926.9	3751	9.95	19.98	1553.0	
27/08/2024	5	3900.4	10.10	20.16	1614.9	3691.5	9.9	20.0	1528.4	5.7	3718.9	3826.9	3719	9.91	19.95	1539.7	
29/08/2024	6	3875.8	10.08	20.13	1604.7	3643.6	9.8	19.9	1508.5	6.4	3687.2	3840.2	3687	9.88	19.91	1526.6	
31/08/2024	7	3853.9	10.05	20.11	1595.6	3609.8	9.8	19.9	1494.5	6.8	3656.0	3736.0	3656	9.85	19.88	1513.7	
2/09/2024	8	3826.5	10.02	20.09	1584.3	3599.9	9.8	19.9	1490.4	6.3	3630.7	3825.7	3631	9.82	19.85	1503.2	
4/09/2024	9	3801.6	9.99	20.07	1573.9	3592.5	9.8	19.8	1487.4	5.8	3606.2	3755.2	3606	9.79	19.82	1493.0	
6/09/2024	10	3775.6	9.97	20.04	1563.2	3572.6	9.7	19.9	1479.1	5.7	3580.3	3754.3	3580	9.77	19.79	1482.3	
8/09/2024	11	3749.9	9.94	20.02	1552.5	3562.7	9.7	19.8	1475.0	5.3	3555.5	3660.5	3556	9.74	19.76	1472.1	
10/09/2024	12	3724.1	9.91	20.00	1541.9	3503.0	9.6	19.8	1450.3	6.3	3523.8	3649.8	3524	9.70	19.73	1458.9	

PROMEDIO DE HUMEDAD : 5.2 %

Ing. Edwin Noel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

PESO FINAL A 110 °C (B)	3523.8	gr
% DE AGUA RETENIDA (C)	5.2	gr
PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)	3348.86	gr

PERDIDA DE PESO

10.6 %



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.35 L/m³ ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

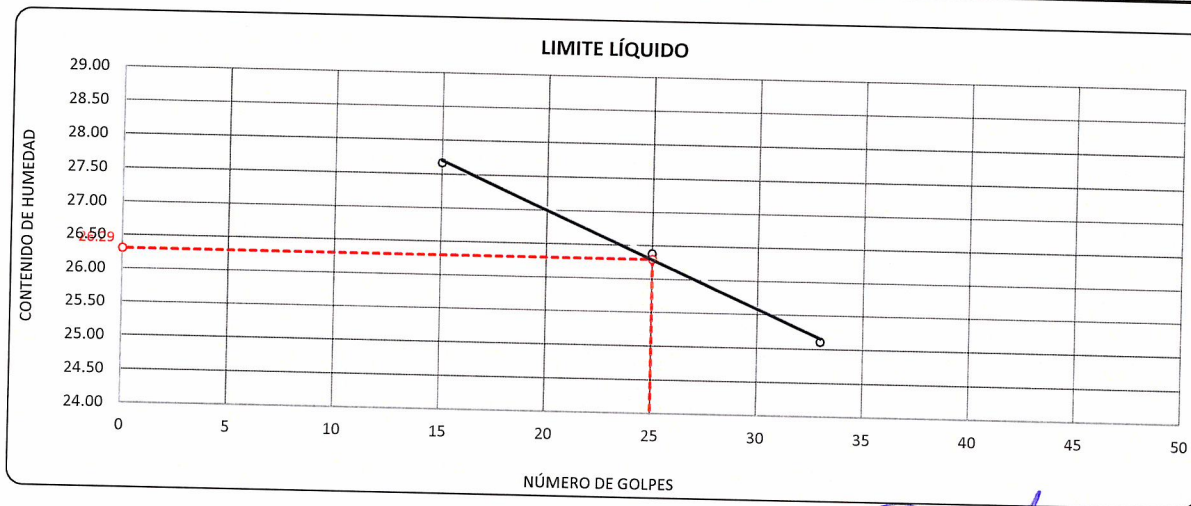
MUESTRA : M - 04

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
7	8	9
66.91	66.02	68.49
62.99	62.52	64.52
48.82	49.25	48.71
3.92	3.50	3.97
14.17	13.27	15.81
27.66	26.38	25.11
15	25	33

LIMITE PLÁSTICO	
5	6
32.04	27.53
30.87	26.55
25.58	22.11
1.17	0.98
5.29	4.44
22.12	22.07
---	---
22.09	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	26.3	22.1	4.2	
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.35 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

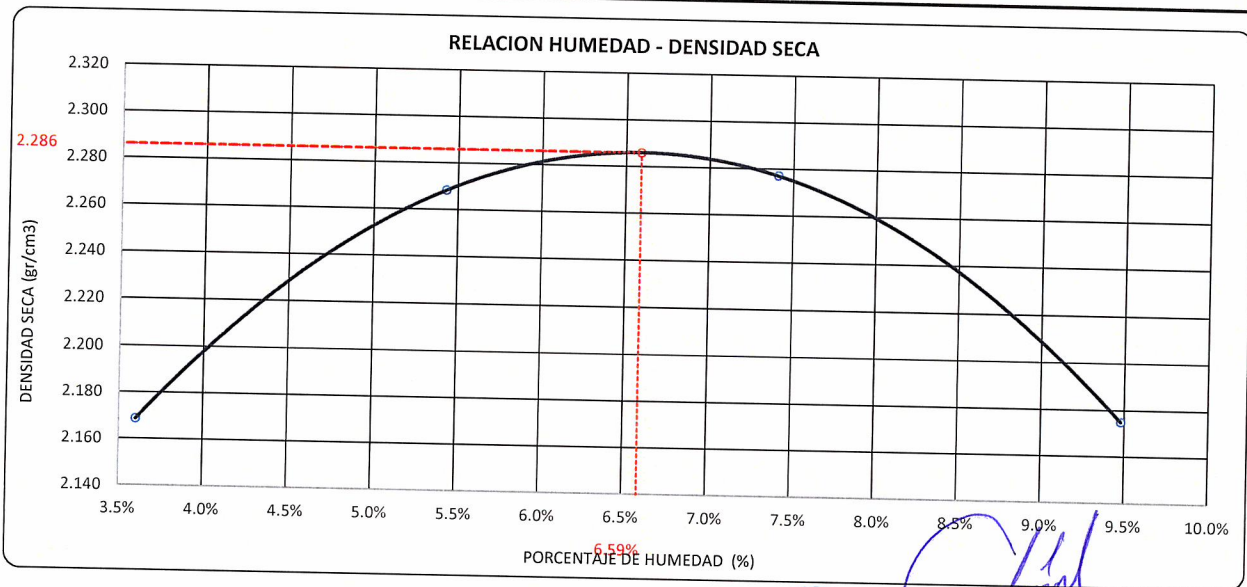
MUESTRA : M - 04

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134 cm3	NÚMERO DE CAPAS	5
	A	B	C				
MÉTODO				PESO DEL MOLDE	6042	NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10837	11146	11262	11124
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm3.	4795	5104	5220	5082
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm3.	2.247	2.391	2.446	2.381

	No	30	31	32	33
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	576.90	442.04	444.90	427.85
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	559.36	422.93	419.33	397.34
PESO DE TARA	gr.	72.08	71.05	74.24	75.46
PESO DEL AGUA	gr.	17.54	19.11	25.57	30.51
PESO DE SUELO SECO	gr.	487.28	351.88	345.09	321.88
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	3.60%	5.43%	7.41%	9.48%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	3.60%	5.43%	7.41%	9.48%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	2.169	2.268	2.277	2.175

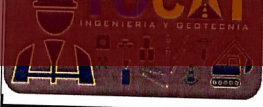
RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.286	gr/cm3	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			6.59%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.35 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 19/08/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

MUESTRA : M - 04

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	13344	13375	13001	13059	12935	13026
PESO DEL MOLDE	gr.	8161	8161	7950	7950	8048	8048
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2125	2125	2130	2130	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5183	5214	5051	5109	4887	4978
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.439	2.454	2.371	2.399	2.295	2.338
TARRO N°		13	14	15	16	17	18
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	421.53	437.1	517.96	530.34	494.72	490.19
TARRO + SUELO SECO	gr.	397.22	410.12	487.96	493.85	466.55	454.22
PESO DEL TARRO	gr.	34.45	45.56	46.74	46.18	46.11	45.5
PESO DEL AGUA	gr.	24.31	26.98	30	36.49	28.17	35.97
PESO DEL SUELO SECO	gr.	362.77	364.56	441.22	447.67	420.44	408.72
HUMEDAD	%	6.70%	7.40%	6.80%	8.15%	6.70%	8.80%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.286	2.285	2.220	2.218	2.151	2.149

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
				15/08/24	09.00 AM.		00:00	0		0.00	0.00
16/08/24	09.00 AM.	24:00:00	2	0.05	0.04	3	0.08	0.06	5	0.11	0.09
17/08/24	09.00 AM.	48:00:00	3	0.07	0.06	5	0.11	0.09	7	0.17	0.13
18/08/24	09.00 AM.	72:00:00	4	0.10	0.08	6	0.15	0.12	9	0.22	0.17
19/08/24	09.00 AM.	96:00:00	4	0.11	0.09	7	0.17	0.13	10	0.24	0.19

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	474.1	474.1	24.0		319.0	319	16.1		210.2	210.2	10.6	
01:00	1.270	0.050	835.9	835.9	42.3		556.8	556.8	28.1		367.4	367.4	18.6	
01:30	1.900	0.075	1301.6	1301.6	65.8		871.6	871.6	44.1		573.7	573.7	29.0	
02:00	2.540	0.100	1743.6	1743.6	88.1		1164.2	1164.2	58.8		766.1	766.1	38.7	
03:00	3.810	0.150	2568.1	2568.1	129.8		1712.9	1712.9	86.6		1129.3	1129.3	57.1	
04:00	5.080	0.200	3353.6	3353.6	169.5		2245.6	2245.6	113.5		1476.1	1476.1	74.6	
05:00	6.350	0.250	3836.6	3836.6	193.9		2540.9	2540.85	128.4		1693.0	1693	85.6	
06:00	7.620	0.300	4319.6	4319.6	218.3		2836.1	2836.1	143.4		1909.9	1909.9	96.5	
08:00	10.160	0.400	4970.3	4970.3	251.2		3227.5	3227.5	163.1		2078.4	2078.4	105.1	
10:00	12.700	0.500	5647.9	5647.9	285.5		3718.1	3718.1	187.9		2353.2	2353.2	119.0	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.35 L/m³ ACEITE SULFONADO

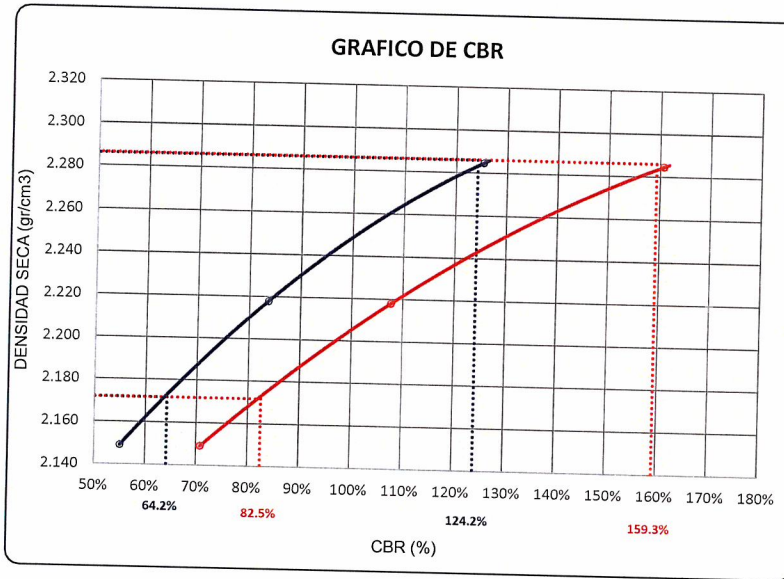
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 04

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/08/2024

PROF. : ----

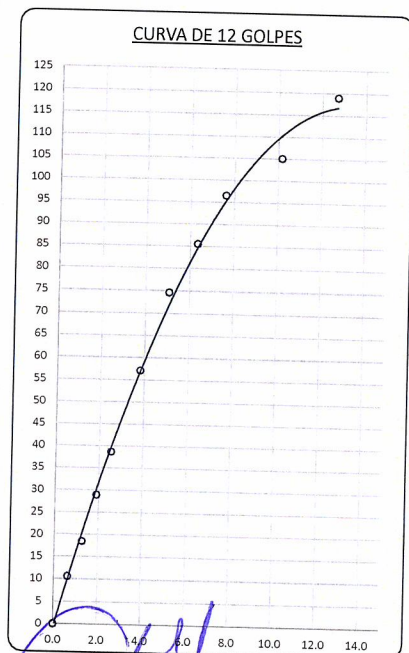
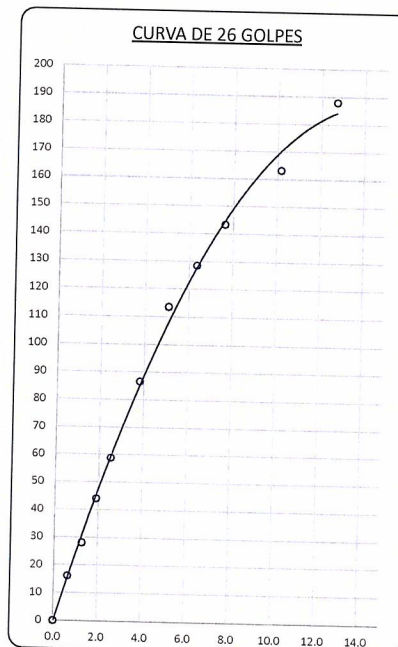
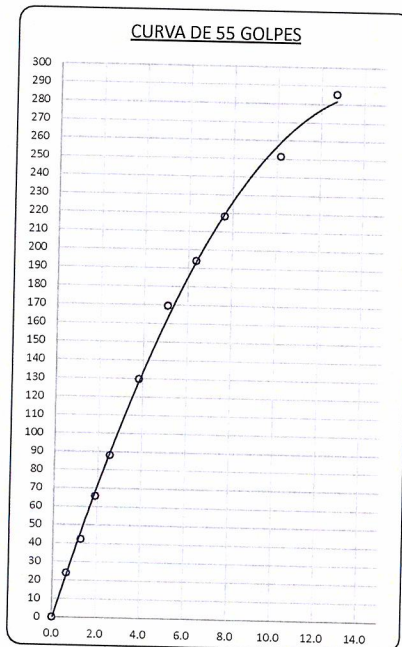


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	=	124.2%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	=	64.2%
C.B.R. 0.2" AL 100%	=	159.3%
C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S.	=	82.5%

LEYENDA

- CURVA A 0.1"
- CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA: 5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.35 L/m3 ACEITE SULFO FECHA : 26/08/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 04

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO		FECHA		EDAD (DIAS)
						(kg/cm ²)	MPa	MOLDEO	ROTURA	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	2350.0	10.2	81.1	28.99	29.02	2.85	19/08/2024	26/08/2024	7
	10.16 cm. x 20.24 cm.									
2	BRIQUETA DE PRUEBA	2390.0	10.2	82.2	29.08					
	10.23 cm. x 20.20 cm.									
3	BRIQUETA DE PRUEBA	2370.0	10.2	81.7	29.00					
	10.20 cm. x 20.18 cm.									



Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
	PAGINA : 6	
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTCE 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024.

SOLICITANTE : ING. KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.0% CEMENTO +0.35 L/m3 ACEITE SULFONADO

FECHA : 10/09/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

MUESTRA : M - 04

DESCRIPCIÓN	MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO	
PORCENTAJE DE CEMENTO	2.0	%
ACEITE SULFONADO	0.35	%
FECHA DE MOLDEO	19/08/2024	

CÁLCULOS:
$D = (B/(1+C)) \times 100$
% Pérdida = D/A x 100

DATOS DE LA MUESTRA:	ESPECIMEN N° 1		ESPECIMEN N° 2	
BRIQUETA N°	01		02	
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	4031.9	gr	4031.9	gr
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	3782.6	gr	3782.6	gr
DIAMETRO	10.20	cm	10.20	cm
ALTURA	20.25	cm	20.25	cm
VOLUMEN	1654.7	cm3	1654.7	cm3
PESO UNITARIO	2.286	gr/cm3	2.286	gr/cm3
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.6	%	6.6	%

FECHA DE CICLO	N° de ciclo	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN									PERDIDA DE SUELO - CEMENTO					
		ESPECIMEN N° 1									ESPECIMEN N° 2					
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso despues de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso despues de las 42 horas	Peso despues Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen
19/08/2024	1	4031.9	10.20	20.25	1654.7	3955.1	10.1	20.1	1623.2	1.9	3887.1	4019.1	3887	10.06	20.07	1595.3
21/08/2024	2	4011.9	10.18	20.23	1646.5	3812.0	10.0	20.0	1564.4	5.2	3858.2	4048.2	3858	10.03	20.04	1583.4
23/08/2024	3	3992.0	10.16	20.21	1638.3	3790.7	9.9	20.1	1555.7	5.3	3837.2	3967.2	3837	10.01	20.02	1574.8
25/08/2024	4	3974.6	10.14	20.20	1631.2	3813.9	10.0	20.1	1565.2	4.2	3809.7	3985.7	3810	9.98	19.99	1563.5
27/08/2024	5	3950.5	10.11	20.19	1621.3	3739.1	9.9	20.0	1534.5	5.7	3782.3	3917.3	3782	9.95	19.96	1552.3
29/08/2024	6	3933.3	10.09	20.17	1614.2	3769.9	9.9	20.0	1547.2	4.3	3761.8	3883.8	3762	9.93	19.94	1543.9
31/08/2024	7	3912.3	10.07	20.15	1605.6	3706.1	9.9	20.0	1521.0	5.6	3735.2	3819.2	3735	9.90	19.91	1532.9
2/09/2024	8	3896.6	10.05	20.14	1599.2	3721.1	9.9	19.9	1527.1	4.7	3708.9	3855.9	3709	9.87	19.89	1522.1
4/09/2024	9	3875.7	10.03	20.12	1590.6	3672.7	9.8	19.9	1507.3	5.5	3682.6	3771.6	3683	9.84	19.87	1511.4
6/09/2024	10	3855.5	10.01	20.10	1582.3	3679.1	9.8	19.9	1509.9	4.8	3657.9	3758.9	3658	9.82	19.84	1501.2
8/09/2024	11	3833.4	9.99	20.08	1573.2	3642.6	9.8	19.9	1494.9	5.2	3630.6	3714.6	3631	9.79	19.81	1490.0
10/09/2024	12	3812.3	9.97	20.06	1564.6	3693.2	9.8	19.9	1515.7	3.2	3606.0	3691.0	3606	9.76	19.79	1479.9

PROMEDIO DE HUMEDAD : 4.6 %

Ing. Edwin Yeaf Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

PESO FINAL A 110 °C (B)	3606.0	gr
% DE AGUA RETENIDA (C)	4.6	gr
PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)	3445.88	gr

PERDIDA DE PESO

8.9 %



**CERTIFICADOS DE
CALIBRACIÓN DE LOS
EQUIPOS DE LABORATORIO**



CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM-BAL-047-24

Pag. 1 de 3

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

Table with 2 columns: Attribute (EQUIPO, FABRICANTE, MODELO, SERIE, TIPO, CAPACIDAD MÁXIMA, DIVISION DE ESCALA (d), DIVISION DE VERIF. (e), CLASE, F. CALIBRACIÓN, F. PROX. CALIBRACIÓN *) and Value (BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO, OHAUS, R31P30, 8340410374, ELECTRÓNICA, 30000 g, 1 g, 1 g, II, 1/04/2024, 1/04/2025)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)
La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010.

TRAZABILIDAD:

03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, Clase F1 certificados LM-C-101-2023, LM-C-102-2023, LM-C-103-2023, PE23-C-1072 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:

El servicio de calibración se realizó en las instalaciones del cliente localizado en Av. Néstor Cáceres Velásquez Velásquez N° 425. Urbanización Santa maría III etapa

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

ΔT LOCAL (19,1 °C Hasta 19,5 °C)
COEF. DERIVA TEMP. 1x10^-5/°C



Signature and stamp of Stalin Olazabal Trejo, Jefe Laboratorio Masa IE CIP N°182685



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-BAL-047-24

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No Tiene	PLATAFORMA	No Tiene
OSCILACION LIBRE	Tiene	CURSOR	No Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No Tiene				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	final	Humedad relativa %	Inicial	final
	19.1	19.5		50	50

Medición Nro	Carga L1 = 15000 g		E (g)
	l (g)	ΔL (g)	
1	15000	0.400	0.072
2	15000	0.400	0.072
3	15000	0.400	0.072
4	15000	0.400	0.072
5	15000	0.500	-0.028
6	15000	0.400	0.072
7	15000	0.400	0.072
8	15000	0.400	0.072
9	15000	0.500	-0.028
10	15000	0.500	-0.028

Medición Nro	Carga L2 = 30000 g		E (g)
	l (g)	ΔL (g)	
1	30000	0.400	0.046
2	30000	0.400	0.046
3	30000	0.500	-0.054
4	30000	0.400	0.046
5	30000	0.400	0.046
6	30000	0.400	0.046
7	30000	0.400	0.046
8	30000	0.400	0.046
9	30000	0.500	-0.054
10	30000	0.500	-0.054

Carga (g)	ΔE Diferencia Maxima (g)	e.m.p. (g)
15000	0.10	2.0
30000	0.10	3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	final	Humedad relativa %	Inicial	final
	19.1	19.5		50	50

2	1	5
3		4

Posic. de Carga	Determinación del error Eo				Determinación de error corregido Ec				e.m.p (g)	
	Carga Min.	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	5 g	5	0.500	0.000	10000 g	10000	0.500	-0.018	-0.018	2
2		5	0.400	0.100		10000	0.400	0.082	-0.018	2
3		5	0.500	0.000		10000	0.400	0.082	0.082	2
4		5	0.400	0.100		10000	0.400	0.082	-0.018	2
5		5	0.400	0.100		10000	0.500	-0.018	-0.118	2



Rev: 03 fecha: 01/22



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-047-24**

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

temperatura	Inicial	final	Humedad relativa %	Inicial	final
	19.1	19.5		50	50

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
5	5	0.400	0.100	
10	10	0.400	0.100	0.000
20	20	0.400	0.100	0.000
50	50	0.400	0.100	0.000
100	100	0.500	0.000	-0.100
200	200	0.400	0.100	0.000
500	500	0.400	0.099	-0.001
1000	1000	0.400	0.099	-0.001
5000	5000	0.400	0.090	-0.010
10000	10000	0.400	0.082	-0.018
20000	20000	0.400	0.064	-0.036
30000	30000	0.400	0.046	-0.054

I (g)	DECRECIENTES			e.m.p (g)
	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	0.500	0.000	-0.100	1.00
20	0.400	0.100	0.000	1.00
50	0.400	0.100	0.000	1.00
100	0.400	0.100	0.000	1.00
200	0.500	0.000	-0.100	1.00
500	0.400	0.099	-0.001	1.00
1000	0.400	0.099	-0.001	1.00
5000	0.500	-0.010	-0.110	1.00
10000	0.400	0.082	-0.018	2.00
20000	0.400	0.064	-0.036	3.00
30000	0.400	0.046	-0.054	3.00

Lectura Corregida del Resultado de una pesada : $R_{\text{corregida}} = R - (-1,8 \times 10^{-6})R$

Incertidumbre de una Medición U : $2 \times \sqrt{1,675 \times 10^{-1}g^2 + 1,330 \times 10^{-10}R^2}$

- L : Carga Aplicada a la Balanza
- I : Indicación del Instrumento
- U : Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida
- R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)
- ΔL : Valor de la Carga Adicional
- E : Error Encontrado
- Eo : Error en Cero
- Ec : Error Corregido

La incertidumbre reportada es la Incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la Incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones

Se ha asumido un valor de $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración.

se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el código de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración.

Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza

El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de temperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev: 03 - fecha: 01/22





CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-PC-012-24

Pag. 1 de 4

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO PRENSA DE CONCRETO

FABRICANTE PYS EQUIPOS

MODELO PYS 5001

N° SERIE 207

CAPACIDAD 100 TN

INDICADOR ----

N° SERIE ----

TRANSD. PRESION ZEMIC

RANGO 700 Bar

N° SERIE 4459

SISTEMA DE ACC. BOMBA ELECTRICA

FABRICANTE ----

MODELO ----

N° SERIE ----

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - AV. NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VELÁSQUEZ N° 425. URBANIZACIÓN SANTA MARÍA III ETAPA

DIA DE LA MEDICION 1/04/2024



Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO FUERZA
IE CIP N°182685



CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-PC-012-24

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OT N° 222-5367/Parcial 2 - INTI - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (19.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa (50 +/- 5) °%Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE PYS EQUIPOS
MODELO PYS 5001
N° SERIE 207
CAPACIDAD 100 TN
INDICADOR ----
N° SERIE ----

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO DINAMOMETRO (Load cell)
CONSTRUCTOR AEP Transducers
MODELO C8S
N° SERIE 723547
CAPACIDAD 1000 KN
PROC. CAL. Compresión

INDICADOR: AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO MP10 Plus
N° SERIE 6593





CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-012-24
Marca PYS EQUIPOS, Indicador Digital ---, Transductor --- de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)				PROMEDIO "B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10,000	10,092	10,083	-0.92	-0.83	10,088	-0.88	0.06
20,000	20,139	20,124	-0.70	-0.62	20,132	-0.66	0.05
30,000	30,181	30,162	-0.60	-0.54	30,172	-0.57	0.04
40,000	40,193	40,186	-0.48	-0.47	40,190	-0.47	0.01
50,000	50,202	50,228	-0.40	-0.46	50,215	-0.43	0.04
60,000	60,289	60,304	-0.48	-0.51	60,297	-0.49	0.02
70,000	70,298	70,329	-0.43	-0.47	70,314	-0.45	0.03
80,000	80,376	80,308	-0.47	-0.39	80,342	-0.43	0.06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep = ((A-B) / A) * 100 Rp = Desviación Estandar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
- 4.- Fecha de proxima calibración 01/04/2025

Coefficiente Correlación: **R² = 1**

Ecuación de ajuste: $Y = 1 * 10^{-9} X^2 + 1.0035 X + 54.694$
Donde:

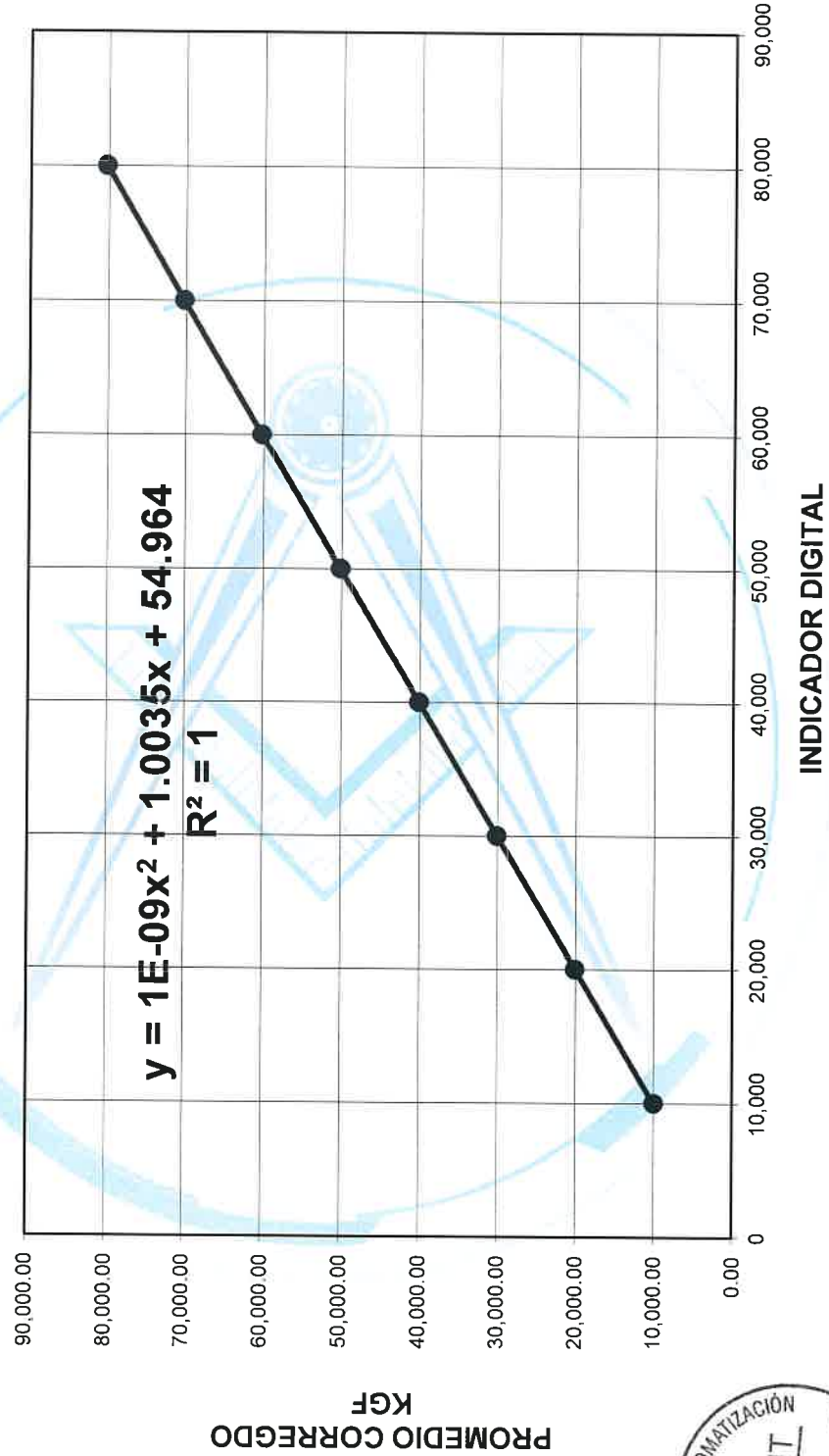
X : Lectura de la pantalla
Y : fuerza promedio (Kgf)





Pag 4 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-PC-012-24
Marca PYS EQUIPOS Indicador ---
Transductor --- de 700 bar





CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-CC-011-24

Pag. 1 de 4

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	CELDA DE CARGA
FABRICANTE	ORION
MODELO	SU 035
N° SERIE	20010706
CAPACIDAD	5000 Kgf
INDICADOR	INDICADOR DIGITAL
FABRICANTE	----
MODELO	----
N° SERIE	----
PRECISION	0.1 Kgf


Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - AV. NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VELÁSQUEZ N° 425. URBANIZACIÓN SANTA MARÍA III ETAPA

DIA DE LA MEDICION 1/04/2024




STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LABORATORIO FUERZA
 IE CIP N°182685



CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-CC-011-24

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OI N° 222-5367/Parcial 1 - INII - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente	(19.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa	(50 +/- 5) ° %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	CELDA DE CARGA
FABRICANTE	ORION
MODELO	SU 035
N° SERIE	20010706
CAPACIDAD	5000 kgf
INDICADOR	INDICADOR DIGITAL
FABRICANTE	----
N° SERIE	----

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO	DINAMOMETRO (Load cell)
FABRICANTE	AEP Transducers
MODELO	C8S
N° SERIE	731013
CAPACIDAD	100 KN
PROC. CAL.	Compresión
INDICADOR:	AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO	MP10 Plus
N° SERIE	6593





CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-CC-011-24

Indicador ---, Celda ORION Modelo SU 035, Serie 20010706

SISTEMA DIGITAL "A" Div.	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)			PROMEDIO "B" Kgf	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	SERIE (3) Kgf		
250	250.2	250.4	250.7	250.4	0.10
500	501.1	501.6	501.8	501.5	0.07
750	751.6	751.9	751.7	751.7	0.02
1,000	1,002.1	1,002.4	1,002.6	1,002.4	0.03
1,250	1,252.7	1,252.9	1,252.4	1,252.7	0.02
1,500	1,504.5	1,504.7	1,505.0	1,504.7	0.02
1,750	1,753.3	1,753.4	1,753.7	1,753.5	0.01
2,000	2,002.6	2,002.9	2,003.1	2,002.9	0.01
2,500	2,509.8	2,510.2	2,510.4	2,510.1	0.01
3,000	3,009.2	3,009.5	3,009.8	3,009.5	0.01
3,500	3,506.6	3,506.9	3,507.2	3,506.9	0.01
4,000	4,002.4	4,002.6	4,002.5	4,002.5	0.00
5,000	4,998.8	4,999.1	4,999.3	4,999.1	0.01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1. - La Calibración se hizo según Basado en el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Rp es el Error de Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Rp = Desviacion Estandar
- 3. - Rp no excedan el +/- 1.0 %
- 4. - Fecha de proxima calibración 01/04/2025

Coefficiente Correlación:

R² = 1

Y = -1 * 10⁻⁶X² + 1.007X - 2.6644

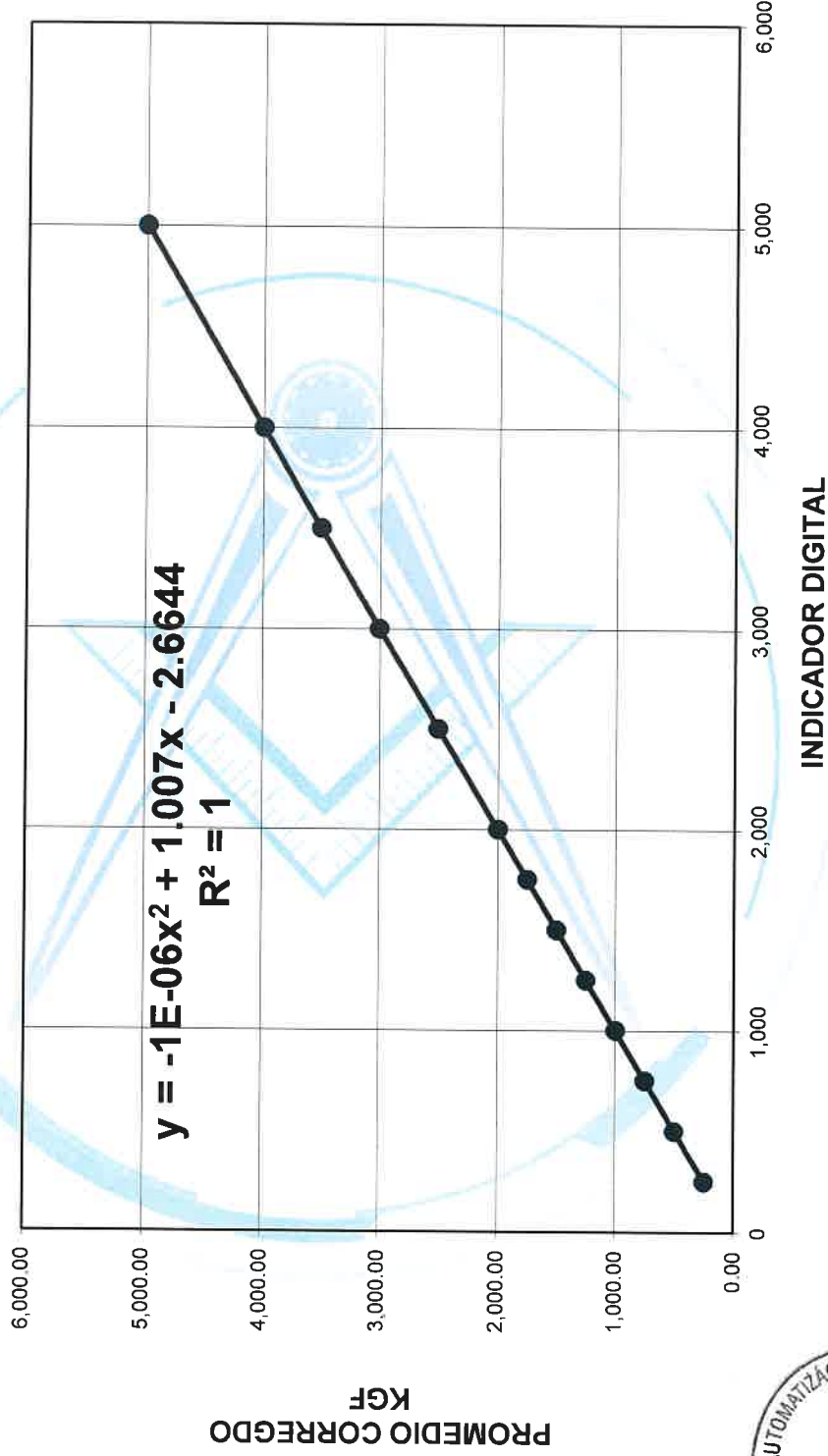
X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (Kgf)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-CC-011-24
Indicador Digital ---, Modelo --- Serie ---





**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-143-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN LLA-226-2023.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ Nº 200 TIENE UNA LUZ DE (75 ± 3.7
um).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA	: ORION
Nº SERIE	: 19X45
F. VERIFICACIÓN	: 01-04-2024
F. PROX. VERIF.	: 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP Nº 182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-142-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN FS-0104-2023.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 40 TIENE UNA LUZ DE $(425 \pm 14.0 \text{ um})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19X45
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025




STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-141-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN FS-0104-2023.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 10 TIENE UNA LUZ DE (2 ±
0.059 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA	: ORION
N° SERIE	: 20Q11
F. VERIFICACIÓN	: 01-04-2024
F. PROX. VERIF.	: 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP N° 182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-140-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LLA-226-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 4 TIENE UNA LUZ DE $(4.75 \pm 0.135 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA	: ORION
N° SERIE	: 20M24
F. VERIFICACIÓN	: 01-04-2024
F. PROX. VERIF.	: 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-139-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/8" TIENE UNA LUZ DE $(9.5 \pm 0.265 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
Nº SERIE : 20114
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N° 182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-138-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.


INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/4" TIENE UNA LUZ DE $(19 \pm 0.522 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20H28
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025




STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-137-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2" TIENE UNA LUZ DE (50 ± 1.34 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20F05
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-136-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1/2" TIENE UNA LUZ DE (12.5 ±
0.3.46 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
Nº SERIE : 20B11
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-135-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1 1/2" TIENE UNA LUZ DE (37.5 ±
1.01 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA	: ORION
N° SERIE	: 20A06
F. VERIFICACIÓN	: 01-04-2024
F. PROX. VERIF.	: 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-134-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1" TIENE UNA LUZ DE (25 + 0.682 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA	: ORION
Nº SERIE	: 20D04
F. VERIFICACIÓN	: 01-04-2024
F. PROX. VERIF.	: 01-04-2025



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP N°182685



PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRAFICO



F-1 Realización de las calicatas



F-2 Realización de las calicatas



F-3 Ensayo de granulometría



F-4 Ensayo de granulometría



F-5 Ensayo de limite plastico



F-6 Ensayo de limite plastico

PANEL FOTOGRAFICO



F-7 Ensayo de limite liquido



F-8 Ensayo de limite liquido



F-9 Ensayo de proctor modificado



F-10 Ensayo de proctor modificado



F-11 Ensayo de proctor modificado



F-12 Ensayo de CBR



PANEL FOTOGRAFICO



F-13 Ensayo de Humedecimiento-secado



F-14 Ensayo de Resistencia a compresión



F-15 Ensayo de Capacidad soporte



F-16 Ensayo de Capacidad soporte



F-17 Ensayo de Resistencia a compresión



F-18 Ensayo de Resistencia a compresión



FICHA TÉCNICA DE ACEITE SULFONADO



FICHA TÉCNICA
Aditivo Líquido
Proes100®

i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- a. El suelo natural con plasticidad
- b. El Aditivo Líquido Proes100, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- c. Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con Proes100 es eficiente en aportar capacidad estructural al camino. Debe combinarse con una carpeta de rodado que aporte protección adicional a la abrasión producida por el tráfico y cumplir el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

1. Se deben asegurar condiciones composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de PROES.
2. Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cual consiste en un *filler* aglomerante que se define para cada proyecto y se gestiona localmente.
3. El aditivo líquido Proes100 se agrega al suelo en dosis de 0,20 a 0,35 L/m³ de suelo estabilizado compactado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo Proes100 en agua (al menos 1:20) previo a su aplicación. Antes de usar el aditivo líquido, este debe ser agitado, con mayor intensidad si ha estado almacenado por un período prolongado.
4. El proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora o recicladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

- Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones (aprox. 210 litros), sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).
- Transporte : los estanques se movilizan en pallets certificados de 1.000 mm x 1.200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

- División de riesgo : Clase 8 - Líquido Corrosivo
- Código UN : NU 3265
- Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa
- Peso específico : 1,25 – 1,30
- pH : Aproximadamente 1 en tambor. Para su aplicación en terreno (diluido) el pH alcanzará valores entre 1,0 y 1,5.
- Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C
- Fecha de caducidad : no tiene



**MTC DOCUMENTO TÉCNICO
SOLUCIONES BÁSICAS EN
CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS**



TESIS UANCV



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Directorio General
de Caminos y
Ferrocarriles



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

DOCUMENTO TÉCNICO SOLUCIONES BASICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

Lima, Febrero de 2015

DOCUMENTO TÉCNICO
SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
Lima, febrero de 2015



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

INDICE

1. OBJETIVO	2
2. FINALIDAD	2
3. COMPETENCIAS	2
4. ALCANCE	3
5. BASE LEGAL	3
6. DEFINICIÓN	3
7. PRINCIPALES CRITERIOS DE APLICACIÓN	3
8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	4
9. DISEÑO, CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO	5
9.1 DISEÑO	5
9.2 CONSTRUCCION	7
9.3 MANTENIMIENTO Y MONITOREO	8
10. GLOSARIO DE TERMINOS	9





SOLUCIONES BASICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

1. OBJETIVO

Establecer los criterios, procedimientos y especificaciones técnicas que deben considerarse en el diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de las soluciones básicas a emplearse en las capas de rodadura de carreteras no pavimentadas.

2. FINALIDAD

Las soluciones básicas tienen por finalidad, mejorar la vida útil y nivel de servicio de las superficies de rodadura de las carreteras no pavimentadas, que sufren rápido deterioro por efecto del tránsito y el clima, formándose baches, encalaminado, desprendimiento de agregados y emisión de polvo, posibilitando que dichas capas de rodadura tengan menor grado de deterioro, estén exentas de polvo, demanden menor frecuencia de mantenimiento periódico, y permitan el tránsito vehicular durante cualquier época del año.

El mejoramiento de la vida útil, está referida a incrementar el periodo de diseño de 5 años (afirmado) a 10 años (solución básica), y la posibilidad de programar las actividades de mantenimiento periódico en tiempos previsible, lo que no ocurre actualmente con las capas de afirmado convencional.

Las soluciones básicas, implican una mayor inversión inicial por la incorporación de un estabilizador al material conformante de la capa de rodadura con el empleo de equipos convencionales, sobre la cual podría colocarse además un recubrimiento bituminoso. Dichos mayores costos iniciales, se revierten ampliamente, por los menores costos de las actividades de mantenimiento, durante el periodo de servicio del proyecto, implicando una mejor utilización de los recursos del Estado.

De este modo, las soluciones básicas además de los beneficios de orden técnico y económico antes mencionados, tienen efectos sociales y ambientales favorables, que se logran en la zona de influencia de la carretera, plasmados en la mejora de la calidad de vida de la población (habitantes aledaños y usuarios), menores costos de operación de los vehículos, menor impacto ambiental sobre los recursos hídricos y calidad del aire, principalmente.

En tal sentido, es necesario que las entidades responsables de la gestión vial, apliquen las soluciones básicas, tanto en la ejecución de los proyectos como en las actividades de mantenimiento, evaluando continuar con el empleo de afirmado como capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas.

3. COMPETENCIAS

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial.

La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es el órgano de línea de ámbito nacional, encargada de normar sobre la gestión de la infraestructura de caminos, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento.





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Las autoridades competentes para la aplicación de la presente Directiva, de conformidad con los niveles de gobierno que corresponde a la organización del Estado, son las siguientes:

- El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a cargo de la gestión de la Red Vial Nacional.
- Los Gobiernos Regionales, a cargo de la gestión de la Red Vial Departamental o Regional.
- Los Gobiernos Locales, a través de las Municipalidades Provinciales y Distritales, a cargo de la gestión de la Red Vial Vecinal o Rural.

4. ALCANCE

El presente Documento Técnico es de alcance nacional y de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de infraestructura vial, de los tres niveles de gobierno (Nacional, Regional y Local).

5. BASE LEGAL

- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre N° 27181
- Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial DS N°034 - 2008 - MTC.
- Reglamento de Jerarquización Vial DS N° 017 - 2007 - MTC.
- Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG - 2013).
- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.
- Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2013).

6. DEFINICIÓN

Las soluciones básicas son alternativas técnicas, económicas y ambientales, que consisten principalmente en la aplicación de estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros, posibilitando que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas, tengan una mayor vida útil y presten un mejor nivel de servicio.

7. PRINCIPALES CRITERIOS DE APLICACIÓN

La aplicación de las soluciones básicas, es de acuerdo a las características particulares de cada proyecto, principalmente en función a su ubicación y tipo de suelo predominante.

Por consiguiente, no hay solución de carácter general, debiendo seleccionarse la alternativa aplicable a cada proyecto, por cuanto no es posible utilizar indistintamente un determinado estabilizador, en diversos tipos de suelos y/o condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas de cada proyecto (temperatura y precipitaciones pluviales), según su ubicación (costa, sierra y selva), es determinante para la selección de la alternativa de solución. Por ejemplo, con un estabilizador que funciona bien en una carretera de la costa, no se obtendría el mismo resultado en la sierra o selva.

Este Documento Técnico, comprende las soluciones básicas aplicables a la capa de rodadura de las carreteras no pavimentadas, a nivel de rehabilitación, mejoramiento,





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

construcción y mantenimiento. No incluye las condiciones mínimas que debe cumplir la subrasante, las mismas que deben estar de acuerdo a la normativa vigente.

Cada proyecto en particular, tiene una alternativa de solución básica aplicable, en función a los materiales existentes en las zonas adyacentes a la carretera, con el criterio de minimizar el empleo de materiales provenientes de fuentes lejanas al proyecto.

Por lo general, las superficies de rodadura de las soluciones básicas, están conformadas por la capa de suelo estabilizado; sin embargo, de existir predominancia de tráfico pesado, debe evaluarse la adición de un recubrimiento bituminoso.

Las soluciones básicas, no requieren el uso de equipos especiales, tanto para los ensayos de laboratorio como para la ejecución de la obra. Por lo general se requiere el siguiente equipo mecánico convencional: camión cisterna, motoniveladora, rodillo, cargador frontal, camión volquete, excavadora y otros.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El presente Documento Técnico, establece las siguientes especificaciones técnicas:

- a) El Cuadro N° 01, contiene las especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores de suelos y los parámetros máximos y/o mínimos que deben cumplir los suelos estabilizados, tanto en el diseño como en la ejecución de la obra:

CUADRO N° 01
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TIPOS DE ESTABILIZADORES Y PARAMETROS

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%
Sales	1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1”

Los Recubrimientos Bituminosos que se coloquen como parte de las soluciones básicas (micropavimentos, slurry seal o mortero asfáltico, imprimación reforzada,





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

tratamientos superficiales, etc.), cumplirán las especificaciones técnicas, establecidas en los respectivos Manuales de Carreteras, vigentes.

- c) El Cuadro N° 02 contiene las especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores y su aplicación de acuerdo a la región donde se ubica el proyecto, condiciones climatológicas y materiales disponibles en la zona:

CUADRO N° 02
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
TIPOS DE ESTABILIZADORES Y SU APLICACIÓN SEGUN REGIÓN

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Sales - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

9. DISEÑO, CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO

9.1 DISEÑO

El diseño de la solución básica a emplearse en un determinado proyecto debe seguir las siguientes pautas principales:

- a. Identificación y muestreo en campo, de los suelos disponibles en las zonas adyacentes al proyecto, que sean factibles de utilización en la solución básica.
- b. Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio de las muestras obtenidas, a fin de determinar sus características físico-mecánicas y químicas; asimismo, sus condiciones de uso, tales como mezcla de diferentes suelos, zarandeo y otros.





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
 “Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

- c. Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio, evaluando como mínimo tres (03) tipos de estabilizadores de suelos, aplicables de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del presente Documento Técnico, a fin de seleccionar la solución básica aplicable, teniendo en consideración lo siguiente:
 - El procedimiento de mezclado de los suelos y el estabilizador a nivel de laboratorio debe ser coherente o representar las condiciones reales de trabajo en obra.
 - Para la obtención de la dosificación óptima que debe aplicarse, se emplearán como mínimo 04 dosificaciones diferentes, con cuyos valores se trazará la curva: Dosificación vs CBR y/o Resistencia a Compresión Simple; de cada uno de los estabilizadores utilizados. Para suelos que presentan índice de plasticidad, debe medirse resistencia y expansión.
 - Los parámetros de resistencia y/o expansión de la muestra del suelo estabilizado compactado, se obtendrán después de un periodo de curado húmedo de siete (07) días.
 - Solamente para la ejecución del ensayo de CBR a nivel de laboratorio, se sumergirá en agua durante 96 horas (04 días) la muestra de suelo estabilizado compactado, inmediatamente después de cumplir su periodo de curado. Se exceptuará de este paso los suelos estabilizados con sales.
- d. El procedimiento de selección del estabilizador de suelos, puede dar como resultado, más de una alternativa técnica de solución aplicable, en cuyo caso debe optarse por la de menor costo.
- e. Seleccionado el estabilizador a emplearse (sólido y/o líquido), debe indicarse la **Fórmula de Trabajo** de la capa estabilizada, que comprenderá:
 - Dosificación del estabilizador y modo de aplicación (líquido en el agua del camión cisterna y sólido sobre el suelo a estabilizarse).
 - Suelo o dosificación de suelos a utilizarse.
 - Procedimiento de mezclado (en planta o sobre plataforma).
 - Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la mezcla (estabilizador más suelo).
 - Grado de compactación del suelo estabilizado colocado y compactado.
- f. El espesor de la capa de rodadura será calculado para un período de diseño de 10 años, considerando frecuencias de mantenimiento periódico cada 04 años.
- g. El diseño del espesor se realizará según los ejes equivalentes proyectados:
 - Para ejes equivalentes inferiores o iguales a 10^6 , se empleará los métodos USACE y NAASRA.
 - Para ejes equivalentes superiores a se empleará el método AASHTO 1993, que establece el empleo de Número Estructural.
- h. El presente Documento Técnico abarca las soluciones básicas de la capa de rodadura; sin embargo, para que su comportamiento estructural sea adecuado, es necesario que la subrasante cumpla con las características mínimas establecidas en los Manuales de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Construcción (EG - 2013) y Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos.

- i. Por Seguridad Vial, la capa de rodadura de la solución básica debe tener un ancho mínimo de 5.00 m. en carreteras de Tercera Clase, y de 4.00 m. en Trochas Carrozables; si no es posible cumplir dichos anchos mínimos en determinados sectores localizados, la Entidad Ejecutora podrá adoptar anchos menores con la justificación técnica correspondiente. Asimismo debe contemplarse la señalización vertical necesaria.
- j. Con la finalidad que la capa de rodadura tenga un adecuado drenaje superficial, debe diseñarse con el bombeo (entre 2 a 3%) y cunetas, establecidas en las normas vigentes.
- k. En esta etapa, se definirá si la superficie de rodadura de la solución básica seleccionada, estará constituida por la capa de suelo estabilizado o requerirá la adición de un recubrimiento bituminoso.
- l. En esta etapa se especificará el equipo mínimo requerido, tanto para los ensayos de laboratorio como para la ejecución de la obra.

9.2 CONSTRUCCION

En la etapa de ejecución del proyecto, debe cumplirse la **Formula de Trabajo** de la solución básica seleccionada, considerando las siguientes pautas:

- a. Provisión del equipo de laboratorio y equipo mecánico requerido para la ejecución de la obra.
- b. Explotación y procesamiento del suelo o suelos a utilizarse en la capa estabilizada.
- c. Provisión en obra del estabilizador de suelo seleccionado y almacenamiento en condiciones adecuadas para preservar sus propiedades.
- d. Ejecución de un tramo de prueba no menor a 300 m. de longitud, con la finalidad de lograr la **Fórmula de Trabajo**, y establecer las condiciones de ejecución (dosificación, procedimiento de mezclado, esparcido, espesor esponjado, compactación, frecuencia de riegos para el curado y otros).
- e. Sobre la subrasante debidamente preparada, demarcar los alineamientos, anchos y espesores de la capa estabilizada.
- f. Según corresponda, transporte, colocación, mezclado y homogenización, riego, perfilado, compactación y curado de la capa de suelo estabilizado.
- g. Para lograr un adecuado curado, por lo general es necesario mantener húmeda la superficie durante 07 días, aplicando riegos periódicos.
- h. En caso que la solución básica contenga un recubrimiento bituminoso, éste se colocará después que la capa estabilizada, haya sido concluida y aprobada por la Supervisión.
- i. El grado de compactación mínimo será el 95% de la Máxima Densidad Seca, con excepción de los suelos estabilizados con sales, que será del 100%. Estos valores deben alcanzarse en todo el ancho de la capa estabilizada.





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

- j. Por lo general, luego de concluir el proceso de compactación de la capa estabilizada, puede ponerse al tránsito vehicular; sin embargo éste debe suspenderse en caso se observe deformaciones o desprendimiento.
- k. En caso de presentarse sectores con fallas, tales como deformaciones o desprendimientos, o no se cumplieran los controles de calidad, deberá remplazarse la capa colocada, o mediante escarificación y adición de estabilizador para recuperar la **Fórmula de Trabajo**.
- l. En el Cuadro N° 03 se establecen los parámetros de aceptación de los trabajos:

**CUADRO N° 03
PARÁMETROS PARA ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS**

ENSAYO	TOLERANCIA	FRECUENCIA
Grado de compactación*	95% mínimo, excepto en suelos estabilizados con sales, que debe ser 100% mínimo	Cada 250 m ²
Optimo Contenido de Humedad	± 1.5%	Cada 250 m ²
Espesor	Espesor medio ≥ Espesor de diseño Espesor individual ≥ 95% Espesor de diseño	Cada 250 m ²
Uniformidad de la superficie	Medición paralela y transversal al eje de la vía, efectuada con regla de 3 m.; no deben existir variaciones mayores a 10 mm.	Cada 250 m ²
Resistencia	Según Cuadro N° 01, además: Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 muestras por día o jornada de trabajo
Granulometría	Estos ensayos se deben ejecutar antes del mezclado con el estabilizador.	01 muestra por día o jornada de trabajo
Índice Plástico		
Proctor Modificado		
Rugosidad (IRI)	5.0 m/Km máximo	En toda la sección Después de 08 días
Penetrómetro Dinámico de Cono	Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 mediciones por jornada de trabajo Después de 08 días

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1” y grado de compactación, según lo indicado en el cuadro N° 03



3 MANTENIMIENTO Y MONITOREO

En esta etapa, se tendrá en consideración las siguientes pautas:

- a) Los trabajos de mantenimiento rutinario deben efectuarse de acuerdo a lo establecido en el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, vigente, precisándose que no debe colocarse material suelto en los baches u otras deficiencias que pudieran presentarse. El tratamiento de baches debe realizarse con material similar a la capa estabilizada.
- b) Las actividades de mantenimiento periódico, se ejecutarán en periodos de 4 años, que por lo general consiste en la escarificación parcial de la capa de la





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

solución básica, y recuperar su espesor original, mediante un tratamiento con material similar a la capa estabilizada.

- c) Teniendo en consideración que las soluciones básicas, son tecnologías que requieren monitoreo, a fin de evaluar sus resultados y de ser el caso, efectuar ajustes en la normativa, es necesario se lleve a cabo labores de evaluación ex post en forma periódica, por parte de los responsables de la gestión del mantenimiento de la vía.
- d) La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), a través de la Dirección de Estudios Especiales (DEE), en el marco de sus funciones de promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial, brindará el apoyo tecnológico para el desarrollo de las soluciones básicas.

10. GLOSARIO DE TERMINOS

La definición de los términos usados en el presente Documento Técnico, corresponden al “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, vigente. Asimismo, a continuación se incluyen las definiciones de los términos no contenidos en el referido Glosario y que son de uso exclusivo del presente Documento Técnico:

- **Estabilización de suelos granulares:** Mejoramiento de las propiedades de impermeabilidad y cohesión de los suelos granulares, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.
- **Estabilización de suelos finos:** Mejoramiento de las propiedades de los suelos finos, para reducir sus cambios de volumen y caída de resistencia bajo cargas, en presencia del agua, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.
- **Suelos tropicales:** Son aquellos que se encuentran en las zonas denominadas selva baja (<1000 msnm), donde predominan orografías planas y onduladas; suelos limo-arcillosos, arcillas arenosas y arenas finas sin presencia de grava; abundantes precipitaciones pluviales.





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: KATERINE CYNTIA MAMANI FLORES

Dirección: Av. Néstor Cáceres Velásquez 425

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70122275

Teléfono: 999406677 email: tatyflores_168@hotmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO
ADICIONANDO ACEITE SULFONADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA CARACOTO DESVIÓ
HUATA, EN LA CIUDAD DE CARACOTO, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): ACEITE SULFONADO, DURABILIDAD, RESISTENCIA, SUELO, CEMENTO

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

1

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, entré 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 Título 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

14 de mayo del 2025

Fecha