



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE  
RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO  
DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS  
AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE  
RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO  
DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS  
AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 755-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-10080 presentado por el (la) Bachiller: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulado: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRABANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, la misma que pertenece a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras,

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.** - APROBAR, la NOMINACIÓN DE JURADOS integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTICULO SEGUNDO.** - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**ARTICULO TERCERO.** - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRABANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 15 de agosto del 2024
- \* **HORA** : 8:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.** - DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
Dr. Esteban Castillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 398-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de junio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 6417 por el o (la) Bachiller: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 433 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 068 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Títulado: **INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 068 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Títulado: **INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
DECANO  
CUI 47750

  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 237-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-C- 4113, presentado por el señor (a) LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 254-2024-UI-FICP-UANCV/I, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 104 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 104 -2024 aprobando la propuesta de investigación titulado: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24561, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el o (la) Bachiller: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

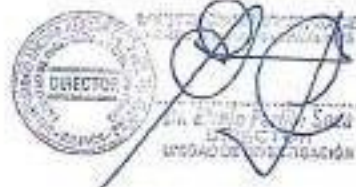
**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DR. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

21%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	14%
2	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Luz Clarita Garcia Maquera
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74947799
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0007-3830-042X">https://orcid.org/0009-0007-3830-042X</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	41414676
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - PI7
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3aJ4nL7">https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3aJ4nL7</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 - Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p>Ingeniería civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a> Ingeniería de la construcción <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a> Ingeniería estructural y municipal <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</a></p>

  
DIRECTOR  
Dr. Efraim Benito Sosa  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA, identificado con DNI  
Nro. 74947799, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS  
PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA  
ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 05 de setiembre del 2024



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



### DEDICATORIA

*Se lo dedicó a Dios por siempre guiarme y cuidarme, a mis padres por su gran apoyo*



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza necesaria para avanzar en mi carrera y por su constante guía y apoyo*



## ÍNDICE GENERAL

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

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la Situación Problemática.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Objetivos de la Investigación .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Justificación de la Investigación .....	4
1.4.1. Justificación Técnica .....	4
1.4.2. Justificación ambiental .....	4
1.4.3. Justificación Económica.....	5
1.4.4. Justificación Social.....	5
1.5. Hipótesis de la Investigación .....	5
1.5.1. Hipótesis General .....	5
1.5.2. Hipótesis Específicas .....	5
1.6. Variables e Indicadores .....	6
1.6.1. Variable Independiente .....	6
1.6.2. Variable Dependiente.....	6



1.6.3. Operacionalización de Variables ..... 7

**CAPÍTULO II  
MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la Investigación ..... 8  
2.1.1. Antecedentes Internacionales..... 8  
2.1.2. Antecedentes Nacionales ..... 10  
2.1.3. Antecedentes Regionales..... 12  
2.2. Marco Teórico ..... 13  
2.2.1. Pavimentos ..... 13  
2.2.2. Propiedades de un Suelo ..... 15  
2.2.3. Estabilización de Suelos ..... 21  
2.2.4. Melaza de caña de azúcar ..... 23  
2.2.5. Aceites lubricantes..... 25  
2.3. Marco Conceptual..... 25

**CAPÍTULO III  
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de la Investigación ..... 28  
3.1.1. Enfoque de la Investigación ..... 29  
3.1.2. Nivel de la Investigación ..... 29  
3.1.3. Diseño de la Investigación..... 30  
3.1.4. Método de la Investigación..... 30  
3.2. Técnicas e Instrumentos ..... 31  
3.2.1. Técnicas ..... 31  
3.2.2. Instrumentos ..... 31  
3.3. Población y Muestra..... 32  
3.3.1. Población..... 32  
3.3.2. Muestra..... 33  
3.4. Validación y Confiabilidad de los Instrumentos ..... 34  
3.4.1. Validación de los Instrumentos..... 34  
3.4.2. Confiabilidad de los Instrumentos ..... 34  
3.5. Procedimientos de Recolección de Datos ..... 35  
3.5.1. Zona de estudio..... 35



- 3.5.2. Selección de Calicatas..... 36
- 3.5.3. Toma de Muestras de Material ..... 37
- 3.5.4. Ensayos de Laboratorio ..... 37
- 3.6. Procesamiento y Análisis de la Información..... 46
- 3.7. Matriz de Consistencia..... 46

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- 4.1. Propiedades Físicas y Mecánicas de la Subrasante ..... 47
  - 4.1.1. Humedad Presente..... 47
  - 4.1.2. Granulometría..... 48
  - 4.1.3. Índice de Plasticidad..... 51
  - 4.1.4. Nivel de Compactación ..... 51
  - 4.1.5. Capacidad de Soporte CBR ..... 54
- 4.2. Influencia de la melaza de caña y aceite reciclado en el IP ..... 57
  - 4.2.1. IP de SN + 2.5% de melaza de caña..... 57
  - 4.2.2. IP de SN + 5% de melaza de caña ..... 58
  - 4.2.3. IP de SN + 7.5% de melaza de caña..... 59
  - 4.2.4. Comparativa de los valores Adquiridos del IP..... 60
  - 4.2.5. IP de SN + 2.5% de aceite reciclado ..... 61
  - 4.2.6. IP de SN + 5% de aceite reciclado..... 62
  - 4.2.7. IP de SN + 7.5% de aceite reciclado ..... 63
  - 4.2.8. Comparativo de los valores Adquiridos del IP..... 64
- 4.3. Incidencia de la Melaza de caña en el Grado de Compactación..... 65
  - 4.3.1. Nivel de Compactación de SN + 2.5% de Melaza de caña..... 65
  - 4.3.2. Nivel de Compactación de SN + 5% de Melaza de caña ..... 66
  - 4.3.3. Nivel de Compactación de SN + 7.5% de melaza de caña..... 67
  - 4.3.4. Comparativa de los valores Logrados de la MDS ..... 68
  - 4.3.5. Nivel de Compactación de SN + 2.5% de Aceite reciclado..... 69
  - 4.3.6. Nivel de Compactación de SN + 5% de Aceite reciclado ..... 70
  - 4.3.7. Nivel de Compactación de SN + 7.5% de aceite reciclado ..... 71
  - 4.3.8. Comparativo de los Valores Logrados de la MDS..... 72
- 4.4. Influencia de melaza de caña y aceite reciclado en la capacidad de soporte CBR



4.4.1. CBR de SN + 2.5% de Melaza de caña .....	73
4.4.2. CBR de SN + 5% de Melaza de caña .....	74
4.4.3. CBR de SN + 7.5% de Melaza de caña .....	75
4.4.4. Comparativo de los Resultados Adquiridos del CBR .....	76
4.4.5. CBR de SN + 2.5% de Aceite reciclado .....	77
4.4.6. CBR de SN + 5% de Aceite reciclado .....	78
4.4.7. CBR de SN + 7.5% de Aceite Reciclado.....	79
4.4.8. Comparación de los Resultados Adquiridos del CBR.....	80
4.4.9. Comparativo General de las propiedades con la adición de MC .....	81
4.4.10. Comparativo general de las propiedades con la adición de AR.....	82
4.5. Discusión de Resultados .....	83
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operacionalización de las variables.....	7
<b>Tabla 2</b>	Tipos de suelos según SUCS.....	16
<b>Tabla 3</b>	Suelos de acuerdo a SUCS y AASHTO.....	17
<b>Tabla 4</b>	Plasticidad según SUCS y AASHTO.....	19
<b>Tabla 5</b>	Subrasante según su valor de CBR.....	20
<b>Tabla 6</b>	Numero de pruebas realizadas.....	33
<b>Tabla 7</b>	Detalles de calicatas realizadas.....	36
<b>Tabla 8</b>	Humedad de calicatas.....	48
<b>Tabla 9</b>	Granulometría de muestras.....	48
<b>Tabla 10</b>	Limites - Atterberg.....	51
<b>Tabla 11</b>	Grado - compactación.....	51
<b>Tabla 12</b>	Prueba - CBR.....	54
<b>Tabla 13</b>	Índice plástico + 2.5% de melaza de caña.....	57
<b>Tabla 14</b>	Índice plástico + 5% de MC.....	58
<b>Tabla 15</b>	Índice plástico + 7.5% de MC.....	59
<b>Tabla 16</b>	Comparativa de IP con la integración de MC.....	60
<b>Tabla 17</b>	Índice plástico + 2.5% de aceite reciclado.....	61
<b>Tabla 18</b>	Índice plástico + 5% de aceite reciclado.....	62
<b>Tabla 19</b>	Índice plástico + 7.5% de aceite reciclado.....	63
<b>Tabla 20</b>	Comparativos de IP con la integración de Aceite Reciclado.....	64
<b>Tabla 21</b>	Grado de compactación de SN + 2.5% de melaza de caña.....	65
<b>Tabla 22</b>	Compactación de SN + 5% de MC.....	66
<b>Tabla 23</b>	Grados de compactación de SN + 7.5% de melaza de caña.....	67
<b>Tabla 24</b>	Comparativos del GC con la inclusión de Melaza de caña.....	68
<b>Tabla 25</b>	Compactación de SN + 2.5% de aceite reciclado.....	69
<b>Tabla 26</b>	Compactación de SN + 5% de aceite reciclado.....	70



<b>Tabla 27</b> Compactación de SN + 7.5% de aceite reciclado .....	71
<b>Tabla 28</b> Comparativo del GC con la integración de Aceite reciclado .....	72
<b>Tabla 29</b> CBR de SN + 2.5% de melaza de caña .....	73
<b>Tabla 30</b> CBR de SN + 5% de melaza de caña .....	74
<b>Tabla 31</b> CBR de SN + 7.5% de melaza de caña .....	75
<b>Tabla 32</b> Comparativo de CBR con la integración de MC .....	76
<b>Tabla 33</b> CBR de SN + 2.5% de aceite reciclado .....	77
<b>Tabla 34</b> CBR de SN + 5% de aceite reciclado .....	78
<b>Tabla 35</b> CBR de SN + 7.5% de aceite reciclado .....	79
<b>Tabla 36</b> Comparativo de CBR con la integración de Aceite reciclado .....	80
<b>Tabla 37</b> Cuadro General .....	81
<b>Tabla 38</b> Resumen general de resultados .....	82



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Estructura de pavimentos flexibles .....	14
<b>Figura 2</b> Conjunto de tamices para el análisis granulométrico.....	18
<b>Figura 3</b> Zona de estudio .....	35
<b>Figura 4</b> Tramos de ubicación de calicatas .....	36
<b>Figura 5</b> Prueba de contenido de humedad .....	38
<b>Figura 6</b> Prueba de limite plástico .....	39
<b>Figura 7</b> Prueba de limite liquido .....	40
<b>Figura 8</b> Pesaje del material.....	41
<b>Figura 9</b> Prueba de granulometría.....	42
<b>Figura 10</b> Ensayo de Proctor modificado.....	43
<b>Figura 11</b> Ensayo de CBR.....	45
<b>Figura 12</b> Gradación Calicata 1 .....	49
<b>Figura 13</b> Gradación Calicata 2.....	49
<b>Figura 14</b> Gradación Calicata 3.....	50
<b>Figura 15</b> Gradación Calicata 4.....	50
<b>Figura 16</b> Grado – Compactación M-01 .....	52
<b>Figura 17</b> Grado – Compactación M-02 .....	52
<b>Figura 18</b> Grado – Compactación M-03 .....	53
<b>Figura 19</b> Grado – Compactación M-04 .....	53
<b>Figura 20</b> Prueba – CBR 01 .....	54
<b>Figura 21</b> Prueba – CBR 02 .....	55
<b>Figura 22</b> Prueba – CBR 03 .....	55
<b>Figura 23</b> Prueba – CBR 04 .....	56
<b>Figura 24</b> Resumen de valores de CBR de las calicatas evaluadas.....	56
<b>Figura 25</b> Índice plástico + 2.5% de melaza de caña .....	57



<b>Figura 26</b>	Índice plástico + 5% de MC.....	58
<b>Figura 27</b>	Índice plástico + 7.5% de MC.....	59
<b>Figura 28</b>	Variación del IP.....	60
<b>Figura 29</b>	Índice plástico + 2.5% de aceite reciclado.....	61
<b>Figura 30</b>	Índice plástico + 5% de aceite reciclado.....	62
<b>Figura 31</b>	Índice plástico + 7.5% de aceite reciclado.....	63
<b>Figura 32</b>	Variación del IP.....	64
<b>Figura 33</b>	Grado de compactación de SN + 2.5% de melaza de caña.....	65
<b>Figura 34</b>	Compactación de SN + 5% de melaza de caña.....	66
<b>Figura 35</b>	Grado de compactación de SN + 7.5% de melaza de caña.....	67
<b>Figura 36</b>	Comparativos del grado de compactación.....	68
<b>Figura 37</b>	Compactación de SN + 2.5% de aceite reciclado.....	69
<b>Figura 38</b>	Compactación de SN + 5% de aceite reciclado.....	70
<b>Figura 39</b>	Compactación de SN + 7.5% de aceite reciclado.....	71
<b>Figura 40</b>	Comparativo del grado de compactación.....	72
<b>Figura 41</b>	CBR de SN + 2.5% de melaza de caña.....	73
<b>Figura 42</b>	CBR de SN + 5% de MC.....	74
<b>Figura 43</b>	CBR de SN + 7.5% de melaza de caña.....	75
<b>Figura 44</b>	Comparativos del CBR.....	76
<b>Figura 45</b>	CBR de SN + 2.5% de aceite reciclado.....	77
<b>Figura 46</b>	CBR de SN + 5% de aceite reciclado.....	78
<b>Figura 47</b>	CBR de SN + 7.5% de ceniza de tusa de maíz.....	79
<b>Figura 48</b>	Comparativo del CBR.....	80
<b>Figura 49</b>	Comparativo general de estudios realizados.....	81
<b>Figura 50</b>	Resultados Generales de las pruebas realizadas.....	82



## RESUMEN

El presente estudio denominado "Influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca", tiene la finalidad de evaluar la influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca. La metodología aplicada es de tipo aplicativo, un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo, un diseño experimental de estudio y un método científico. Los resultados, indican un IP promedio de las 4 calicatas de 14.24%, una MDS de 1.7660 gr/cc con un OCH de 8.37% y un CBR medio de 4.50% al 95% de la MDS; con 2.5%, 5% y 7.5% de inclusión de melaza de caña se obtuvo un incremento en el IP de 15%, 23% y 26% respectivamente, el IP con la adición de aceite reciclado se obtuvo un incremento de 12%, 24% y 15%, además de máximas densidades secas con la adición de CTQ tienen un incremento de 10%, 14% y 18%, con la adición de CTM; se tuvo un incremento de 10%, 14% y 17% respectivamente, y capacidades de soporte CBR con la adición CTQ se tuvo incrementos de hasta 35%, 155% y 207%, respectivamente al 95% de la MDS respectivamente, y con la adición de CTM se obtuvo se tuvo incrementos de hasta 31%, 148% y 190% respectivamente al 95% de la MDS respectivamente. Se concluye que, Un aumento del 26% en el IP, un incremento del 18% en el grado de compactación y un aumento del 207% en la capacidad de carga CBR son los resultados de mezclar suelo natural con un 7,5% de melaza de caña.

**Palabras Clave:** Melaza de Caña, Aceite Reciclado, Subrasante, Índice de Plasticidad, Grado de Compactación y Capacidad de Soporte CBR.



## ABSTRACT

The present study called "Influence of cane molasses and recycled oil on the properties of the subgrade soil of Andrés Avelino Cáceres Avenue in the city of Juliaca", has the purpose of evaluating the influence of cane molasses and recycled oil on the properties of the subgrade soil of Andrés Avelino Cáceres Avenue in the city of Juliaca. The methodology applied is of an applicative type, a quantitative approach, an explanatory level, an experimental study design and a scientific method. The results indicate an average PI of 14.24% for the 4 calicatas, an MDS of 1.7660 gr/cc with an OCH of 8.37% and an average CBR of 4.50% at 95% of the MDS; with 2.5%, 5% and 7.5% of cane molasses inclusion an increase in PI of 15%, 23% and 26% was obtained respectively, the plasticity index with the addition of recycled oil an increase of 12%, 24% and 15% was obtained, in addition to maximum dry densities with the addition of CTQ have an increase of 10%, 14% and 18%, with the addition of CTM; with the addition of CTQ there was an increase of 10%, 14% and 17% respectively, and CBR bearing capacities with the addition of CTQ there were increases of up to 35%, 155% and 207%, respectively at 95% of the MDS respectively, and with the addition of CTM there were increases of up to 31%, 148% and 190% respectively at 95% of the MDS respectively. It is concluded that a 26% increase in the PI, an 18% increase in the degree of compaction and a 207% increase in the CBR bearing capacity are the results of mixing natural soil with 7.5% cane molasses.

**Key words:** Cane Molasses, Recycled Oil, Subgrade, Plasticity Index, Degree of Compaction and CBR Bearing Capacity.



## INTRODUCCIÓN

El estudio titulado "Influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la avenida Andrés Avelino Cáceres", Las frecuentes averías de las infraestructuras viarias debidas a la incapacidad del suelo subyacente para soportar la carga son el motor de este estudio. Para elevar la calidad de los suelos inadecuados se requieren conocimientos técnicos. La carretera en cuestión no es apropiada para la instalación de un pavimento flexible fiable, ya que está situada en un terreno inestable e inapropiado.

El objetivo de este estudio es investigar el uso potencial de materiales de desecho con cualidades ventajosas para estabilizar el suelo. Dado que el material objeto del estudio de la carretera tiene otras cualidades que podrían mejorarse, la evaluación de las características del suelo antes y después de aplicar la melaza de caña y el aceite reciclado proporciona información útil y permite calcular las proporciones óptimas necesarias para estabilizar el suelo. Los objetivos de este estudio son examinar las propiedades de los suelos actuales, analizar sus características y establecer las proporciones ideales para añadir melaza de caña y aceite reciclado.

El capítulo I, Los objetivos, las justificaciones, las hipótesis, las variables, las dimensiones y los indicadores corren peligro al agravarse el mal escenario que motivó la decisión de realizar este estudio.

El capítulo II, El estudio se estructura en función de los antecedentes y hace referencia a los resultados para futuras comparaciones. También cita las bases teóricas más esenciales para ayudar a los lectores a comprender mejor el tema y los conceptos utilizados.

El capítulo III, La estrategia de investigación que analizaba los métodos utilizados para cada etapa de la recogida y el tratamiento de datos.



El capítulo IV, Preparar tablas y figuras que proporcionen el resumen de los valores derivados del análisis de los datos anteriores, además de realizar las charlas de casos.

Las conclusiones se elaboran meticulosamente al final del estudio, abordando cada objetivo específico y ofreciendo las recomendaciones correspondientes. También tiene apéndices generales con fotos y certificados de calidad, así como una referencia.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Análisis de la Situación Problemática

La capacidad portante de los suelos se ha incrementado desde la antigüedad mediante la aplicación de ciertos estabilizadores naturales, como las puzolanas y la cal. A medida que las ciudades crecían y el transporte adquiría mayor importancia, se prestó más atención al diseño y construcción de pavimentos, descuidándose los estudios de estabilidad del suelo. Sin embargo, la falta de materiales de pavimentación adecuados volvió a hacer necesario el empleo de estabilizantes de suelos cuando las guerras mundiales hicieron surgir la necesidad apremiante de construir carreteras y autopistas. (Andaluz, 2022).

Para mejorar la estabilización de la subrasante, en Perú se han estudiado diversos productos, como la cal, la ceniza de cascarilla de arroz, la melaza de caña y el aceite reciclado. Según estas investigaciones, la inclusión de estos materiales ha mejorado las cualidades mecánicas del suelo. Por ejemplo, se observó una alteración menor en el LL, el LP y el IP cuando se combinaron un 5% de melaza de caña y un 5% de aceite reciclado



con el suelo original. La estabilización de la subrasante tiende a presentar una mejoría en las propiedades mecánicas y la capacidad portante del suelo, lo que la convierte en una técnica esencial para la construcción de carreteras pavimentadas. (Champi, 2022).

La estabilidad del subsuelo de la zona de Puno (Perú) ha sido objeto de varias investigaciones. En Puno, Perú, se utilizó ceniza de quinua y cal en un procedimiento que sirve como ilustración de este método. La cal y la melaza de caña de azúcar se añadieron al suelo para aumentar sus propiedades mecánicas de dos maneras: reduciendo el OCH y aumentando el coeficiente de soporte CBR. Los efectos de la estabilización de suelos arcillosos con melaza de caña de azúcar se investigaron en otro estudio. Los resultados demostraron un incremento de la MDS y una disminución del índice de flexibilidad. Estos hallazgos implican que diversos materiales han sido utilizados en Puno para abordar la estabilización de subrasantes, con buenos resultados en la mejoría de las características del suelo. (Rosales, 2020).

La región de Puno está experimentando un aumento en la construcción de nuevas carreteras, así como en los proyectos de mantenimiento y mejora en curso. Sin embargo, se han identificado problemas en las propiedades físicas de los suelos, Es necesario aplicar acondicionadores del suelo. Para mejorar la capacidad de carga del suelo, se están investigando varios métodos por este motivo. Cabe destacar que el 56,5% de la caña de azúcar del país se produce en el departamento de Puno, lo que lo convierte en el principal productor del país. Por ello, el aceite reciclado y la caña de azúcar se consideran recursos respetuosos con el medio ambiente y con potencial para mejorar la sociedad. En esta investigación, se propone mejorar el suelo de la subrasante de la avenida Andrés Avelino Cáceres en la ciudad de Juliaca, utilizando melaza de caña y aceite reciclado como estabilizadores. El objetivo es evaluar cómo influyen estos materiales en las propiedades de la subrasante, y para ello se plantea lo siguiente:



## 1.2. Planteamiento del Problema

### 1.2.1. Problema General

¿Cuál es influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?

### 1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuál es el efecto de la adición de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?
3. ¿Cuál es la influencia de la incorporación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el grado de compactación del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?
4. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?

## 1.3. Objetivos de la Investigación

### 1.3.1. Objetivo General

Evaluar la influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.



2. Determinar el efecto de la adición de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.
3. Determinar la influencia de la incorporación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el grado de compactación del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.
4. Determinar el efecto de la aplicación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.

#### **1.4. Justificación de la Investigación**

La actual investigación pretende mejorar la estabilidad de suelos inestables de subrasante mediante la utilización de la melaza de caña y aceite reciclado.

##### **1.4.1. Justificación Técnica**

Además de mejorar las nuevas tecnologías de estabilización del suelo y aumentar la sostenibilidad de la conformación de las carreteras, el estudio propuesto añadirá Recientes avances científicos en la mejora de los materiales para la composición del suelo de la subrasante, ayudando en los procesos de combinación y/o dosificación de materiales naturales del suelo con melaza de caña y aceite reciclado.

##### **1.4.2. Justificación ambiental**

El punto de partida para la implementación de esta propuesta de investigación son las actividades de reciclaje y/o reutilización, que ayudarán a reducir la cantidad de melaza de caña de azúcar y aceite reciclado utilizados en las composiciones de los suelos de subrasante para la formación de las carreteras que la ciudad necesita antes del avance de



la construcción. El estudio propuesto se basa en la creciente contaminación ambiental que se produce tanto a nivel mundial como local.

### **1.4.3. Justificación Económica**

Desde una perspectiva económica, el objetivo es mantener los costes de estabilización de los suelos naturales lo más bajos posible para evitar la necesidad de recurrir a métodos más caros como el ahuellamiento o el uso de geomallas. Nuestro objetivo es reducir los costes de estabilización de la carretera mediante este estudio, lo que a la larga evitará gastos de mantenimiento cuando la carretera se convierta en un pavimento flexible.

### **1.4.4. Justificación Social**

Mediante la utilización de melaza de caña de azúcar y aceite reciclado en los suelos del subsuelo de las autopistas urbanas y los puntos de acceso a la población de una manera respetuosa con el medio ambiente y sostenible, la investigación propuesta pretende mejorar la calidad de la población. También se pretende fomentar el reciclaje y apoyar la economía del sector social mediante el uso de estos materiales para mejorar y/o dar forma a las vías públicas.

## **1.5. Hipótesis de la Investigación**

### **1.5.1. Hipótesis General**

La influencia de la melaza de caña y aceite reciclado optimizara las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

1. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca, serán suelos deficientes e inestables.



2. El efecto de la adición de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables reducirá el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.
3. La influencia de la incorporación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables incrementará el grado de compactación del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.
4. El efecto de la aplicación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables mejorará la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.

## 1.6. Variables e Indicadores

### 1.6.1. Variable Independiente

Melaza de Caña y Aceite Reciclado

#### Dimensiones

- ✓ Inclusión de 2.5% de melaza de caña.
- ✓ Inclusión de 5.0% de melaza de caña.
- ✓ Inclusión de 7.5% de melaza de caña.
- ✓ Inclusión de 2.5% de aceite reciclado.
- ✓ Inclusión de 5.0% de aceite reciclado.
- ✓ Inclusión de 7.5% de aceite reciclado.

### 1.6.2. Variable Dependiente

Propiedades del Suelo Subrasante

#### Dimensiones

- Índice de Plasticidad
- Grado de Compactación (MDS y OCH)
- Capacidad de Soporte (CBR)



### 1.6.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Melaza de caña y aceite reciclado</p>	<p>El material considerado suele denominarse solución acuosa. Este agente estabilizador no se caracteriza por ninguna forma física en particular, por lo que puede existir en una gran variedad de formas físicas. Su notable facilidad de manipulación y su densidad de 2,40 gramos por centímetro cúbico son otras de sus ventajas. Garzón et al. (2019)</p>	<p>La melaza de caña y aceite reciclado y su empleo esta dado por las dosificaciones y/o cantidades de inclusión, tal que para el estudio se incorporó en 2.5%, 5% y 7.5%</p>	<p>Adición de 2.5% de melaza de caña. Adición de 5% de melaza de caña. Adición de 7.5% de melaza de caña. Adición de 2.5% de aceite reciclado. Adición de 5% de aceite reciclado. Adición de 7.5% de aceite reciclado.</p>	<p>Combinación de materiales</p>	<p>Bandejas y herramientas de laboratorio</p>
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Propiedades del Suelo de Subrasante</p>	<p>En la capa más baja de la construcción de una carretera planificada, conocida como suelo de subrasante, suelen observarse problemas de resistencia. Se compone de arena, arcilla, etc. Garzón et al. (2019)</p>	<p>El suelo de subrasante y su calidad esta dado por sus propiedades tales como los índices de plasticidad, grados de compactaciones y capacidades de soporte.</p>	<p>Índice de plasticidad Grado de compactación Capacidad de soporte</p>	<p>IP MDS CBR</p>	<p>Equipos y herramientas de laboratorio Fichas de control de calidad de laboratorio</p>



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Rincon & Cortes (2020), en su investigación titulada "Análisis de la resistencia a compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal" tiene como finalidad evaluar la capacidad de la caña de azúcar y del azúcar de caña de añadir cemento en una determinada proporción mediante la realización de una prueba de compresión no confinada y de capacidad portante (CBR). Metodología, Dado que la finalidad de esta evaluación era inventar una imagen simplificada de la realidad mediante la manipulación de variables cuidadosamente controladas, entra dentro del género de la investigación experimental de tesis. Se llevaron a cabo diversas actividades metodológicas, técnicas y de investigación. Haciendo comparativos de resultados con el suelo natural, se observa que el CBR aumentó del 23% al 65% al aplicar un 12% de ceniza de BCA (S+12%C B C A).. Esta mejora del coeficiente está directamente relacionada con el aumento de las cenizas obtenidas del BCA e implica una mejora del



CBR. En dicha investigación se concluye que, Se comprobó que las ecuaciones producidas eran lineales para las combinaciones que contenían un 5% de cal y diversas cantidades de cenizas cuando los resultados de la resistencia a la compresión no confinada tras 42 días de curado se compararon con los valores C.B.R. Estas ecuaciones indican que, dentro de este intervalo, existe una tendencia creciente.

Además, Condo & Cusco (2023), en su estudio denominado "Influencia de la Melaza de Caña de azúcar en la permeabilidad de muestras de suelo arenoso de una subrasante", plantea como objetivo, Examinar las alteraciones en la permeabilidad de muestras de suelo arenoso cuando se combinan con una combinación de caña de azúcar en una subrasante. La metodología, indica que, a cada 250 metros en la carretera mencionada, se creó una fosa de prueba de 1 m x 1 m x 0,30 m utilizando un enfoque cuantitativo, un alcance explicativo y un diseño experimental. Antes de crear la arqueta de prueba, se retiraron 0,10 m de tierra vegetal; esta profundidad se supuso visualmente y en ella no se encontró materia orgánica, lo que permitió tomar la muestra exclusivamente de la subrasante. Los resultados de esta investigación, La aplicación de melaza de caña de azúcar en suelos arenosos puede tener un impacto en investigaciones posteriores, ya que produjo resultados numéricos positivos para la reducción de la permeabilidad, lo que permite utilizar este método para impermeabilizar la subrasante; visualmente, se observó que el efecto aglomerante de la MCA, además de su consistencia, podría cambiar los valores límite líquidos del suelo ensayado, se concluye que, porque puede incluso aumentar la estabilidad y la resistencia al cizallamiento, el examen de este elemento podría permitir comprender la idoneidad del recurso para su uso en la industria de la ingeniería.

Finalmente, Daramola (2021), en su investigación titulada "Experimental Study on the Geotechnical Properties of Soils Treated with Banana Leaf Ash", en su artículo fijaron como objetivo, Examinar cómo las propiedades de resistencia de los suelos lateríticos se ven afectadas por la ceniza de hoja de plátano (BLA). La metodología fue de tipo aplicada y de diseño experimental. Se recolectaron muestras de suelo laterítico de dos pozos de

préstamo (muestra A y B) ubicados en el estado de Osun, Nigeria. El BLA se agregó a las muestras de suelo en porciones de 2%, 2.5% y 5%. Luego de los ensayos se obtuvieron como resultados que el límite líquido para ambas muestras A y B, generalmente existe una reducción con la inclusión del contenido de BLA, el valor más alto se registró al 0% (estado natural). Con respecto al LP, para la muestra A, se obtuvo el valor más alto con el 5% de BLA y para la muestra B se obtuvo el valor más alto con el 2.5% de BLA. Los valores máximos del IP se obtuvieron en estado natural. El valor máximo del (OCH) para la muestra A se registró al 0% de BLA y para la muestra B se registró al 2% de BLA. El valor más alto para ambas muestras de la (MDD) se obtuvo al 2% de BLA. Los máximos valores de CBR para los dos suelos se obtuvieron al 4 %. Se llegó a la conclusión de que la adición del 2% de BLA mejoró la calidad de los suelos, pertenecientes al grupo A-2-7, al reducir su índice de plasticidad; y provocando una reducción en la OMC, con un aumento correspondiente en MDD y el CBR. El antecedente contribuye así a reforzar el 22 planteamiento de utilizar ceniza de bagazo de uva para lograr una mejora en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Según Ramirez (2019), en su investigación titulada "Estabilización de suelos de la avenida 2 el caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre-Huaylas-Ancash", fijó como objetivo, Aplicando ceniza del árbol leñoso Schinus Molle se puede reforzar el suelo de una avenida. Esto se propuso para mejorar las cualidades de soporte de los pavimentos con bajo CBR. Con metodología, de tipo aplicada y explicativa. Se tiene un resultado, en las mezclas que contenían cenizas de Schinus Molle en porcentajes ponderales del 3% y el 5%, las muestras con porcentajes inferiores al 5% mostraron un incremento del esfuerzo a la compresión; por consiguiente, el % máximo de CSM para el material granular, como roca, grava y arena, es aceptable siempre que se mantenga por debajo del 5% del peso seco total del material. Se concluye que, Dado que el esfuerzo a la compresión disminuye a



medida que el WSC aumenta más del 5% en relación con el peso seco del material, y que la resistencia de los pavimentos aumenta menos del 5%, se deduce que el % máximo admisible de WSC para materiales de roca, grava y arena no debe superar el 5%.

Asimismo, Ángeles & Chacón (2021), realizó un estudio denominado "Influencia de la melaza como elemento aglomerante en el CBR (valor de la relación de soporte California) del afirmado para trochas carrozables San Sebastián, Cusco 2021", El objetivo principal de este estudio era ofrecer una explicación de la frecuencia con la que se aplica melaza al pavimento. Metodología, Se trataba de un diseño de investigación aplicado-cuantitativo. Por el contrario, el diseño de este estudio se aproximó a un experimento. La cantera de Huillcarpay sirvió como población de la investigación. Por lo tanto, el proceso tuvo en cuenta la investigación previa, la realización de rellenos con confirmación, la realización de pruebas de laboratorio y el trabajo de gabinete. Se produjeron los siguientes utilizando el método A\SHTO: A-1-a (0) sin contenido de melaza, A-2-4 (0), A-1-b (0) y A-1-b (b) con adiciones del 2%, 5% y 10%, respectivamente. El material poroso modificado presenta densidades de 2,19 g/c m<sup>3</sup>, 2,22 g/c m<sup>3</sup> y 2,24 g/c m<sup>3</sup>, con un contenido de humedad ideal de 7,7,5%, 6,2% y 5%, respectivamente. En cuanto al ensayo CBR, los resultados mostraron mejoras del 47,5%, 60% y 37,5% al 100% de DSM. De forma similar, se calculó la densidad de compactación en una prueba de campo con el método del cono de arena, obteniéndose valores de 88,5%, 91,7,5% y 97,0%, respectivamente, con ajustes para niveles de humedad ideal de 6,45%, 7,87% y 6,03%. Asimismo, utilizando el ensayo convencional de penetrómetro de cono dinámico (PDC), el CBR in situ fue de 54,27,5% para la muestra de control; añadiendo un 2%, 5% o 10% de melaza se obtuvieron resultados de 72,15%, 92,35% y 61,65%, respectivamente. En cambio, la densidad de compactación se determinó mediante una prueba de campo empleando el método del cono de arena; los resultados mostraron grados de compactación del 93,3%, 96,2% y 86,40%, respectivamente. Del mismo modo, cuando se trata del contenido de melaza, hay que asegurarse de ajustar la humedad ideal en un 6,45%, 7,87% y 6,03%. Y con melaza



añadida al 2%, 5% y 10% en peso, obtuvimos 13,97 kg/cm<sup>2</sup>, 18,56 kg/cm<sup>2</sup> y 5,84 kg/cm<sup>2</sup> para la cohesividad del material del pavimento, respectivamente. Además, la prueba de abrasión de Los Ángeles registró el porcentaje de desgaste de los materiales, que resultó ser del 27,07,5%. Teniendo como conclusión, Cuando se añade melaza a la muestra en un porcentaje de peso del 5%, mejora las características del pavimento, actúa como ligante y eleva el CBR y la calidad de compactación del pavimento.

Finalmente, Abanto & Salinas (2021), en su estudio titulado "Análisis De La Estabilización De Subrasantes Con Uso De Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Y Cal En El Perú", la investigación tuvo como objetivo Examinar la estabilización de subrasantes utilizando cal y cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA), la metodología, La tesis empleó un diseño no experimental, transversal y descriptivo; el juicio de expertos determinó que el muestreo fuera no probabilístico; se utilizó el enfoque analítico documental para recopilar los datos; y una hoja de resumen y una matriz de categorías fueron los instrumentos utilizados, se tuvo como resultado, La razón por la que se requiere un estudio de estabilización es que muchos de los subsuelos no satisfacen la resistencia mínima especificada en el manual de carreteras. Más del 30% aumenta cuando se añade un 20% de CBCA, y más del 7,5% cuando se añade un 2,5% de cal. se concluye, encontraron que el mejor porcentaje de adición más concurrente para estabilizar subrasantes usando ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal fue de 4% y 6%.

### **2.1.3. Antecedentes Regionales**

Según (Rosel, 2021), en su estudio titulado "Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021", teniendo como objetivo, Se añadió ceniza de quinua en porcentajes de 2,5%, 5% y 7,5% al suelo arcilloso de la carretera PE-38B para mejorar su plasticidad, compactación y resistencia. El objetivo era evaluar los efectos de esta adición sobre las características de la subrasante y determinar si podía utilizarse como sustituto del suelo arcilloso. La

metodología, La técnica propuesta en la tesis es un diseño de estudio experimental cuasi-experimental con un nivel práctico de investigación explicativa aplicada cuantitativamente. En cuanto a los parámetros de compactación, la MDS de las muestras aumentó, y los valores del índice plástico (IP) indican que la plasticidad media del suelo arcilloso se mantiene en todas las dosificaciones. Se concluye que, la vía que tenía el mayor valor de CBR y estaba clasificada como subrasante sobresaliente S5 en el Manual de Suelos y Pavimentos, se benefició de la adición de ceniza de quinoa.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Pavimentos**

Según Villnueva (2022), El pavimento es una capa construida sobre la superficie del suelo con el objetivo de mejorar la transitabilidad y circulación de personas o vehículos. Puede ser de diferentes materiales, como asfalto, concreto, adoquines u otros, y se utiliza principalmente en calles, carreteras, aceras, patios, plazas y otros espacios para facilitar el desplazamiento de personas y vehículos. También se usa en la construcción de pistas deportivas y otros espacios donde se requiera una superficie firme y nivelada.

#### **2.2.1.1. Estructura de un pavimento flexible**

Según Bulla (2020), Un tipo de construcción de carreteras conocido como estructura de pavimento flexible consiste en muchas capas de diversos materiales superpuestas sobre una base de tierra compactada. Estas capas se disponen de manera que distribuyan las cargas de tráfico de manera homogénea y permitan la flexión del pavimento bajo cargas dinámicas, como el paso de vehículos.

La subbase es la capa inferior de un pavimento flexible. Es una base impermeable hecha de materiales granulares compactados, como grava o piedra triturada. Sobre la subbase se coloca la capa base, que puede ser de material granular o asfáltico y actúa como una capa de soporte para la estructura del pavimento. (Bulla, 2020).

Las partes de la carretera que están en contacto directo con los vehículos en movimiento y pueden sufrir cierto desgaste por el tráfico se conocen como capas de rodadura. Son las capas superiores de los pavimentos flexibles. Para conseguir la combinación adecuada de resistencia y flexibilidad, esta capa suele estar hecha de mezclas de asfalto u hormigón asfáltico, que se extienden y compactan en muchas capas.

La inclusión de capas intermedias de refuerzo o drenaje entre la capa base y la capa de rodadura depende de las circunstancias específicas del suelo y la meteorología. Estas capas adicionales contribuyen a aumentar la resistencia y longevidad del pavimento flexible. (Villnueva, 2022).

**Figura 1**

*Estructura de pavimentos flexibles*



La figura muestra el paquete estructural que compone un pavimento flexible.

En resumen, El diseño de la estructura de un pavimento flexible está concebido para distribuir eficazmente las cargas de tráfico., proporcionar resistencia a la deformación y mejorar la durabilidad Durante el período de servicio del pavimento. Este tipo de diseño es comúnmente utilizado en carreteras y autopistas donde las cargas de tráfico son altas y se requiere una flexibilidad para resistir el impacto de vehículos pesados. (Tuscano, 2020).

### 2.2.1.2. Subrasante

La capa de rodadura, ubicada en la parte superior del pavimento flexible, está creada para soportar y equilibrar el desgaste provocado por el tránsito vehicular. Para conseguir la resistencia y flexibilidad necesarias, esta capa suele estar formada por varias capas de mezclas asfálticas u hormigón asfáltico que luego se compactan, distribuyendo de manera uniforme las cargas que soporta y evitando asentamientos diferenciales que podrían dañar la superficie del pavimento. La subrasante es importante para la durabilidad y resistencia del pavimento. (Castillo & Patiño, 2022).

La construcción de un pavimento duradero y de alta calidad depende en gran medida de la preparación minuciosa del subsuelo. Se debe realizar un adecuado análisis del suelo para determinar las características del terreno y evaluar, si es necesario efectuar mejoras en la subrasante, como la adición de material de relleno o la estabilización del suelo. Además, es importante mantener la subrasante libre de agua estancada, Debido a que la humedad puede comprometer la estructura del pavimento y generar asentamientos.. (Bulla, 2020).

El MTC (2019) Esta capa es el suelo que proporciona el soporte fundacional para la estructura estructural completa de un pavimento. La subrasante es esencial para proporcionar soporte y transferir las cargas aplicadas al pavimento. La subrasante debe poseer propiedades específicas, como estar libre de materia orgánica, residuos o compuestos inestables, y demostrar una compactación óptima.

## 2.2.2. *Propiedades de un Suelo*

### 2.2.2.1. Clasificación de Suelos

Según Albites (2022), La clasificación de los suelos es el procedimiento de agruparlos según sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Esto permite comprender mejor las cualidades y capacidades de los suelos, así como su idoneidad o no para diversas aplicaciones, como la construcción, la agricultura y la preservación del medio ambiente.

### 2.2.2.2. Clasificación de Suelos (SUCS)

Sistema de Uso y Clasificación de Suelos (SUCS): En ingeniería civil, los suelos se definen y clasifican. Basándose en la granulometría, la plasticidad y la concentración de arena, limo y arcilla, entre otros parámetros, este enfoque divide los suelos en varias categorías y subgrupos. El comportamiento del suelo puede comprenderse mejor y los geotécnicos e ingenieros pueden tomar decisiones de diseño de cimientos y estructuras con ayuda de la clasificación SUCS. (Andaluz, 2022).

**Tabla 2**

*Tipos de suelos según SUCS*

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Gravas	G	Bien gradadas	W
Arenas	S	Pobrementemente gradadas	P
Limos	M	Limosos	M
Arcillas	C	Arcillosos	C
Orgánicos	O	LL alto (>50)	L
Turbas	Pt	LL bajo (<50)	H

Tomado de Garzón (2019).

### 2.2.2.3. Sistema de Clasificación AASHTO

La AASHTO (American Society of Highway Traffic Officers) desarrolló el sistema en 1929, según (Andaluz, 2022). En este enfoque se emplean varias pruebas para clasificar el suelo, incluidas las pruebas de granulometría, LL, LP e IP.

Hay siete categorías primarias para el suelo, y las designaciones para estas agrupaciones van de A-1 a A-7.

- Los grupos A-1, A-2 y A-3 se asignan a materiales granulares, definidos como aquellos en los que menos del 35% de las partículas superan el tamiz #200.
- Un material se clasifica como arcilla o limo y entra en las categorías A-4 o A-5 si más del 35% de las partículas atraviesan el filtro #200. A-6 y A-7.

**Tabla 3**

*Suelos de acuerdo a SUCS y AASHTO*

<b>AASHTO M-145</b>	<b>ASTM-D-2487</b>
A-1-a	GM, SW, SP, GW, GP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	SM, SC, GM, GC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Tomado de Garzón (2019)

#### **2.2.2.4. Contenido de Humedad**

Según Castillo & Patiño (2022), la humedad de un material es la proporción de agua que contiene con respecto a su peso o volumen total. Dado que la humedad puede alterar las características y la funcionalidad de los materiales, esta medición es crucial para muchos procesos y sectores diferentes.

La humedad existente puede influir en la estabilidad, la resistencia, la durabilidad, la conductividad térmica y eléctrica, la capacidad de absorción de soluciones y la apariencia de un material. Por ejemplo, en la industria de la construcción, un contenido de humedad alto en materiales como la madera o el yeso puede provocar deformaciones, grietas o problemas de aislamiento. En la industria alimentaria, un contenido de humedad inadecuado en productos como cereales, frutas o carnes puede favorecer el crecimiento de microorganismos y deteriorar su calidad. El contenido de humedad se puede medir de diferentes formas, dependiendo del material y la precisión requerida. Algunos métodos comunes incluyen el uso de sensores de humedad, la evaluación visual, la medición de la pérdida de peso en un material calentado, la comparación de la humedad del material con un estándar conocido, entre otros. (Castillo & Patiño, 2022)

### 2.2.2.5. Análisis Granulométrico

Los geólogos e ingenieros civiles utilizan el análisis granulométrico como técnica para determinar cómo se dividen los distintos tamaños de partículas en el interior de una sustancia o suelo. Las partículas del suelo se dividen en varias fracciones de tamaño para este estudio, a menudo con el uso de tamices con varios tamaños de abertura. Las características mecánicas y físicas de un suelo, incluida su permeabilidad, capacidad portante y compactabilidad, pueden mejorarse significativamente mediante un estudio granulométrico. Esta información es crucial en el diseño de proyectos de construcción, ya que permite seleccionar los materiales más adecuados y definir el comportamiento del suelo frente a cargas y cambios en las condiciones ambientales. (Duque & Escobar, 2002).

El análisis granulométrico, que puede realizarse manual o mecánicamente, Facilita la separación de las partículas según el tamaño de los agregados. Para lograr una división satisfactoria por tamaño de los áridos, se utilizan mallas con aberturas particulares para separar las partículas. Las muestras que permanecieron en los tamices. se pesaron para calcular en el laboratorio la curva granulométrica, así como el coeficiente de homogeneidad y de curvatura. (Duque & Escobar, 2002).

#### Figura 2

*Conjunto de tamices para el análisis granulométrico*



Se observa el juego de tamices para realizar la prueba de granulometría.

### 2.2.2.6. Índice de Plasticidad

Según (MTC M. , 2019), En geología y geotecnia, el IP es una métrica utilizada para evaluar la maleabilidad de un suelo. El cálculo consiste en deducir el límite plástico (LP) del límite líquido (LL) del suelo. Los suelos que tienen un IP alto son más propensos a doblarse y alterar su forma cuando están sometidos a tensión. En cambio, los suelos con valores de IP bajos son más resistentes y tienden a mantener su forma original.

**Tabla 4**

*Plasticidad según SUCS y AASHTO*

IP	Plasticidades	Características
IP>20	Altas	S. muy arcillosos
7<IP<20	Medias	S. arcillosos
IP<7	Bajas	S. poco arcillosos
IP=0	No Plástico (NP)	S. libres de arcilla

**Nota.** Tomado de MTC (2019).

### 2.2.2.7. Máxima Densidad Seca

Como señalo Sañac (2019), La masa de suelo más seca que puede compactarse en un determinado volumen unitario se conoce como densidad seca máxima del suelo. Dicho de otro modo, representa la mayor densidad posible alcanzada por un suelo tras un proceso de consolidación o compactación. En geotecnia e ingeniería civil, la determinación de la MDS de un suelo es crucial porque ofrece información sobre su estabilidad, capacidad de carga y susceptibilidad a la compactación y la erosión. En un ensayo de compactación de laboratorio, una muestra de suelo se comprime utilizando un peso y un número de golpes prescritos en una caja de compactación para definir la MDS del suelo.

### 2.2.2.8. Capacidad de Soporte CBR

La capacidad portante de un suelo es su capacidad para soportar pesos colocados sobre él sin experimentar fallos o distorsiones indebidos. El tipo, la composición, la densidad, el contenido de humedad y la estructura del suelo afectan a esta capacidad. Dado que dicta la estabilidad y seguridad de los edificios erigidos sobre él, la CP de un suelo es esencial para la ingeniería civil y la construcción. Una estructura puede soportar tanto su propio peso como las cargas vivas y muertas que pueda encontrar a lo largo de su vida útil si el terreno tiene una capacidad portante adecuada. La capacidad portante de un suelo puede determinarse utilizando enfoques empíricos y teóricos, experimentos de campo y ensayos de laboratorio. Los resultados obtenidos en estas pruebas se utilizan para ajustar las medidas de las construcciones. de forma segura y eficaz, así como para diseñar cimentaciones adecuadas. En conclusión, la capacidad portante del suelo afecta a la estabilidad, longevidad y seguridad de los edificios erigidos sobre él, por lo que es una consideración importante en ingeniería civil. Para garantizar que cualquier tipo de estructura funcione bien a lo largo del tiempo, hay que tener en cuenta este atributo durante el proceso de diseño y construcción. (Márquez, 2019).

**Tabla 5**

*Subrasante según su valor de CBR*

<b>Categoría de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
inadecuadas	$CBR < 3\%$
Pobres	$3\% \leq CBR < 5\%$
Regulares	$5\% \leq CBR < 10\%$
Buenas	$10\% \leq CBR < 20\%$
Muy Buenas	$20\% \leq CBR < 30\%$
Excelentes	$CBR \geq 30\%$

Tomado de MTC (2019).



### **2.2.3. Estabilización de Suelos**

La mejora de las características mecánicas y físicas de un suelo para aumentar su fuerza, resistencia y capacidad de carga se entiende como estabilización del suelo. Este proceso se realiza mediante la adición de diferentes materiales como cemento, cal, polímeros, enmiendas orgánicas o geotextiles, entre otros, que ayudan a modificar la composición y estructura del suelo, La estabilización del suelo se emplea en la construcción de infraestructuras como carreteras y pistas de aterrizaje., cimientos y muros de contención. . (Escobar, 2022).

Hay diversas técnicas para estabilizar el suelo, las cuales varían según las propiedades del suelo y los materiales utilizados. Algunas técnicas comunes incluyen la estabilización química, en la que se utilizan productos químicos para modificar la estabilización de suelos es un proceso esencial en ingeniería civil que existe una mejora en las características del suelo para certificar la estabilidad y longevidad de las construcciones sobre él. (Rimachi & Sánchez, 2019).

#### **2.2.3.1. Estabilización mecánica de suelos**

La práctica de añadir materiales o adiciones al suelo natural para mejorar sus características mecánicas y reforzar su resistencia a las tensiones externas se conoce como estabilización mecánica del suelo. Entre otras tareas de ingeniería civil, este procedimiento se utiliza con frecuencia en la construcción de carreteras, pistas de aterrizaje y cimentaciones. Los aditivos que son usados en la estabilización mecánica de suelos pueden ser tanto materiales naturales, como cal, cemento, cenizas volantes, entre otros, o sintéticos, como polímeros y geotextiles. La elección del aditivo dependerá de las características del suelo a estabilizar y del tipo de trabajo a realizar. (Quispe & Sañac, 2019).

Además de reducir la expansión y contracción del suelo provocadas por las variaciones de humedad, la estabilización mecánica del suelo también mejora su



capacidad de carga, minimiza la erosión, impermeabiliza el suelo y prolonga su vida útil). MTC (2019).

### **2.2.3.2. Estabilización por combinación de suelos**

Con la estrategia de "estabilización combinada de suelos", se mezclan con el suelo varios elementos, como cenizas volantes, cemento y cal, para reforzar y mejorar sus características mecánicas. Especialmente en proyectos de construcción de carreteras, cimentaciones y terraplenes, entre otras aplicaciones, esta técnica se utiliza para aumentar la capacidad, la resiliencia y la impermeabilidad del suelo. Al generar enlaces químicos entre las partículas del suelo y fomentar una estructura más compacta y resistente, los materiales estabilizadores trabajan con el suelo. Además, la combinación de técnicas de estabilización de suelos puede mejorar la compresibilidad y la capacidad de drenaje del suelo. La reducción de los costes de construcción, una consolidación más rápida del suelo y una mayor resistencia a la erosión son sólo algunas de las ventajas de la estabilización combinada del suelo. Es fundamental recordar que, para garantizar los resultados mejorados, Este procedimiento debe ser ejecutado por personal capacitado, cumpliendo con las directrices e instrucciones adecuadas. MTC (2019).

### **2.2.3.3. Estabilización por sustitución de suelos**

Consiste en añadir material estabilizado a un terreno en lugar del suelo existente para reforzar y mejorar sus propiedades. Esta técnica se utiliza especialmente en terrenos con suelos blandos o poco estables, donde se requiere una mayor capacidad de carga. El cemento, la cal, las cenizas volantes y otras adiciones pueden combinarse con el suelo actual para mejorar sus propiedades mecánicas, creando un material estabilizado. Este procedimiento ayuda a mejorar la capacidad del suelo para drenar, resistir la deformación y compactarse. Reconstruir el suelo de un emplazamiento puede aumentar la estabilidad y reducir las probabilidades de que la infraestructura allí erigida se asiente o falle. Es lo que se conoce como estabilización por sustitución del suelo. Además, en comparación con



otras opciones de refuerzo del suelo, como la construcción de cimientos profundos, esta técnica también puede resultar más asequible. (Tacca, 2021).

En conclusión, la estabilización de suelos por sustitución es una técnica que ayuda a reforzar y aumentar la capacidad portante de un suelo añadiendo material estabilizado para sustituir al suelo actual. MTC (2019).

#### **2.2.3.4. Suelos estabilizados con cemento**

Los suelos estabilizados con cemento son suelos naturales o excavados a los que se ha aplicado cemento para reforzar y mejorar sus propiedades mecánicas. Entre otras cosas, los aparcamientos, las autopistas, los aeropuertos y las plataformas industriales se construyen con frecuencia utilizando este tipo de estabilización. La estabilización con cemento se realiza añadiendo una cantidad determinada de cemento al suelo y mezclándolo de manera homogénea. Para crear un suelo con mejores cualidades mecánicas, como mayor durabilidad, menor permeabilidad y resistencia a la compresión, se compacta la mezcla y se le da tiempo para que fragüe. (Tacca, 2021).

#### **2.2.4. Melaza de caña de azúcar**

Según Condo & Cusco (2023), A menudo denominada miel de caña, este residuo de la industria azucarera es rico en vitaminas y elementos minerales. Se distingue por su viscosidad espesa y pegajosa, su color ámbar intenso y su aroma dulce.

Un líquido espeso y negro que se crea cuando se refina el azúcar de caña se llama melaza de caña de azúcar. Incluye hierro, calcio, potasio, magnesio y otros nutrientes y minerales que se encuentran de forma natural en la caña de azúcar. Se utiliza como edulcorante natural, así como ingrediente en la elaboración de dulces, postres, bebidas y salsas. También se emplea en la industria de la fabricación de ron y otros licores.



### 2.2.4.1 Composición

Según Condo & Cusco (2023), La melaza de caña de azúcar es un líquido negro y espeso que se obtiene como subproducto del procesado del zumo de caña. Se compone principalmente de hidratos de carbono no cristalizados, como fructosa, glucosa y sacarosa, con trazas de vitaminas y minerales. Tanto la industria alimentaria y de bebidas como los sectores farmacéutico y cosmético utilizan melaza de caña de azúcar. Tiene un característico aspecto negro y un sabor dulce.

1. La melaza de caña, un endulzante natural delicioso y saludable, proviene como subproducto del proceso de fabricación del azúcar de caña.
2. La melaza de caña de azúcar tiene un sabor dulce y profundo, con notas de caramelo y un ligero toque de amargura que la hacen perfecta para dar un toque especial a postres y bebidas.
3. La melaza de caña de azúcar es rica en minerales como hierro, calcio, potasio y magnesio, lo que la convierte en una alternativa más saludable que el azúcar refinado.
4. La melaza de caña de azúcar se utiliza en la cocina para dar sabor a platos salados, como adobo para carnes o marinada para verduras, y también se puede usar en la preparación de panes y galletas.
5. La melaza de caña de azúcar es un ingrediente muy versátil que se puede agregar a batidos, postres, salsas y aderezos, para darles un toque extra de sabor y un toque de dulzura natural.
6. La melaza de caña de azúcar es un producto natural y sostenible, elaborado de manera ecológica, lo que la convierte en una opción amigable con el medio ambiente para quienes desean minimizar su huella en el planeta.

### 2.2.5. Aceites lubricantes

Son los que se clasifican como lubricantes por sus propiedades de fluidez. Entre ellos hay aceites simples y complejos. Los aceites minerales, animales, vegetales y sintéticos se clasifican según su origen. Además, los compuestos se producen mezclando aceites básicos y añadiendo aditivos. (Tuscano, 2020)

#### 2.2.5.1 Características y propiedades de los aceites lubricantes

##### a) Viscosidad

Es el producto del gradiente de velocidad y el esfuerzo cortante. Es la oposición a la que se enfrenta cada molécula de fluido al deslizarse unas sobre otras, y en ella influyen la temperatura y la presión.

##### b) Densidad

Habla del peso específico. Se trata de una característica que depende de la temperatura. Aunque la temperatura y otras variables pueden influir, normalmente se considera que la densidad del aceite lubricante es constante.

### 2.3. Marco Conceptual

- a. **CBR.** – Para clasificar los distintos tipos de suelos compactados y evaluar su capacidad portante para usos tales como subrasantes, capas de pavimento y terraplenes, se suele utilizar esta resistencia del suelo.
- b. **Contenido de humedad.** – Desempeña un papel fundamental en el comportamiento del suelo, ya que influye en su cohesión, volumen, estabilidad mecánica y otras propiedades.
- c. **Estabilización.** – La adición de diversos materiales al suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas es el proceso de estabilización de un suelo que carece de las cualidades deseadas.



- d. Granulometría.** – Añadir diversos materiales al suelo para mejorar sus características químicas y físicas es una forma de estabilizar un suelo deficiente en ciertas cualidades.
- e. Aceite reciclado.** - Como cualquier aceite, usado o no, que se haya añadido a maquinaria (como motores, cajas de cambio, transformadores eléctricos, turbinas, etc.). Los aceites de lubricación utilizados en automóviles y otros usos industriales son fuentes de producción de aceite reciclado.
- f. Melaza de caña de azúcar.** - El líquido marrón y viscoso resultante del refinado del azúcar podría denominarse melaza de caña de azúcar. Se produce cuando se hierve el jugo de caña de azúcar y se concentra el azúcar cristalizado, dejando atrás un líquido denso y rico en nutrientes como hierro, calcio, magnesio y potasio. La melaza de caña de azúcar se utiliza como edulcorante natural en postres, bebidas y platos salados, Además, es considerado un superalimento debido a sus múltiples beneficios para la salud.
- g. Índice plástico.** – El IP mide la capacidad de las arcillas para mantenerse flexibles con un determinado nivel de humedad y su comportamiento plástico.
- h. Límites de consistencia.** – Los numerosos estados de consistencia de un suelo de grano fino vienen determinados por tres restricciones, o límites de Atterberg, que dependen del contenido de humedad del suelo. Las limitaciones consideradas incluyen las restricciones de contracción, plástica y líquida.
- i. Proctor modificado.** – La relación entre el contenido de humedad de compactación y la densidad seca en materiales utilizados para pavimentación y nivelación. Además, puede servir como referencia para controlar el nivel de compactación in situ.



- j. Subrasante.** – La capa natural del suelo que se encuentra bajo el pavimento se denomina "subrasante". Se distingue por sus cualidades distintivas, que también dictan cómo encajan los componentes de la subrasante.
  
- k. Suelos arcillosos.** - Por ejemplo, en comparación con otras partículas como la arena y el limo, los suelos arcillosos incluyen una mayor concentración de partículas de arcilla. Son susceptibles de inundarse, ya que tienen una gran capacidad de retención de agua.
  
- l. Suelos blandos.** – Los suelos blandos se caracterizan por su gran flexibilidad y baja resistencia. Tienen niveles de humedad significativos y una capacidad portante restringida porque sus constituyentes primarios son arcilla o limos muy blandos.
  
- m. Suelo natural.** – Las partículas orgánicas y mineralógicamente cohesivas que componen el suelo natural pueden descomponerse fácilmente agitándolas en agua o rompiéndolas manualmente con un mínimo de energía.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología del estudio describe los múltiples pasos meticulosos y metódicos que se dieron para llevar a cabo esta investigación. Esta metodología implica la recopilación de datos mediante diversas técnicas, el análisis de los datos y la extracción de conclusiones a partir de los datos para abordar el tema del estudio. El objetivo de este capítulo es presentar un resumen conciso de la investigación, garantizando que se cumplen sus fines y objetivos y que las conclusiones son precisas y fidedignas.

#### 3.1. Tipo de la Investigación

Según Urbano (2021), Por «investigación aplicada» Se consideran estudios que se enfocan en un tema específico sin analizar previamente sus posibles aplicaciones en el mundo real. No obstante, percibe que sus investigaciones y descubrimientos pueden dar lugar a nuevos avances y productos científicos..

El presente estudio, es de tipo **aplicativo**, Por ello, los especímenes suelen consistir en procesos prácticos, pruebas realizadas en el laboratorio y un análisis previo de los valores adquiridos, aplicando los resultados adquiridos en la investigación anterior.

### **3.1.1. Enfoque de la Investigación**

Según Verdesoto (2020), Todos los componentes del proceso de investigación se incorporan a la metodología del estudio. Consisten en identificar el tema, desarrollar la pregunta de investigación, idear la metodología y recopilar, procesar y evaluar los datos.

El estudio es de un enfoque **cuantitativo**, El término "enfoque del estudio" se refiere a las características de la investigación e integra todo el proceso investigativo. La técnica incluye lo siguiente: definir el tema, esbozar el problema de investigación, seleccionar el enfoque metodológico y recopilar, analizar e interpretar los datos.

### **3.1.2. Nivel de la Investigación**

Conforme a Gomez (2020), La profundidad y complejidad de un método utilizado para un tema de estudio se denomina nivel de investigación. Según el tipo y el alcance del estudio, puede clasificarse en varios niveles. Entre los niveles de investigación más comunes se encuentran el exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo y experimental. Cada nivel implica diferentes métodos y técnicas de investigación, así como distintos objetivos y resultados esperados.

En el actual estudio realizado, tenemos un **nivel explicativo**, Teniendo en cuenta que la melaza de caña y aceite reciclado son deliberadamente alteradas (variables independientes) antes de su incorporación al suelo, este estudio pretende examinar el impacto de dichas modificaciones en las propiedades mecánicas y físicas.

### 3.1.3. *Diseño de la Investigación*

Según Vargas (2021), El plan o enfoque desarrollado para llevar a cabo un estudio o investigación de forma metódica y estructurada se denomina diseño de la investigación. Se explican los fines del estudio, se elige la muestra, se recogen y procesan los datos y se interpretan los resultados. En pocas palabras, el diseño de la investigación dicta cómo se llevará a cabo el estudio para abordar las preguntas de investigación planteadas.

Una investigación del diseño **experimental**, La razón de los resultados del experimento es que la variable independiente -la mezcla de diferentes porcentajes de melaza de caña y aceite reciclado- se modificó a propósito. Esto permitió presentar los resultados. Estos componentes se proporcionan en combinaciones que se mezclan con el suelo que se utiliza para la subrasante.

### 3.1.4. *Método de la Investigación*

Según Barrantes (2019), El conjunto de pasos estructurados y sistemáticos esenciales para realizar un estudio o proyecto de investigación de forma rigurosa y científica se conoce como técnica de investigación. Este proceso incluye la creación de preguntas de investigación, la recopilación y el análisis de datos, la interpretación de los resultados y la formulación de conclusiones. Es fundamental asegurarse de que los datos de un estudio son auténticos y fiables.

Para el actual estudio realizado se usara el método **científico**, Permitirá llevar a cabo una investigación metódica, controlada, empírica y crítica de las afirmaciones hipotéticas sobre los numerosos fenómenos de los que se dice que tienen vínculos entre sí. Al tratarse de una actividad disciplinada, se dice que es sistemática porque no deja los hechos al azar. El término "empírico" se vincula con el procedimiento de recolección e apreciación de datos provenientes del entorno real.



## 3.2. Técnicas e Instrumentos

### 3.2.1. Técnicas

Conforme a Rosel (2021), Las técnicas para la elaboración de una tesis son las estrategias y métodos que se usan para llevar a cabo la investigación y escritura de un trabajo académico de larga extensión. Algunas de estas técnicas incluyen la recopilación de información, la revisión de la literatura, la organización de ideas, la redacción de borradores, la revisión y edición del texto, entre otras.

Es importante tener en cuenta que las técnicas para la elaboración de una tesis pueden variar dependiendo de la disciplina en la que se esté trabajando y de los requisitos específicos de cada institución educativa. En general, es recomendable seguir un proceso sistemático y ordenado que incluya la planificación, la ejecución y la evaluación de cada fase del trabajo de investigación. (Carrasco, 2020)

- **Técnica de Observación:** Se llegó a la conclusión de que las propiedades del suelo de la subrasante objeto de estudio pueden determinarse con la aplicación de un método observacional. Este procedimiento tiene en cuenta cuantificaciones y mediciones de una multitud de tipos de datos diferentes.
- **Técnica de procesamiento y análisis de información:** Utilizando técnicas de síntesis, se analizaron los datos recogidos tanto en los estudios presenciales como en los de laboratorio.
- **Análisis e interpretación de resultados:** Con el fin de analizar la información adquirida e interpretarla posteriormente, se muestra el curso de acción que debe seguirse.

### 3.2.2. Instrumentos

Sánchez Rosel (2021), Las herramientas y métodos de recogida de información y datos pertinentes para el estudio se denominan instrumentos de una tesis. Estos instrumentos pueden ser cuestionarios, entrevistas, encuestas, observaciones, pruebas,



entre otros. Su objetivo es recopilar datos auténticos y fiables que puedan examinarse y aplicarse para abordar las cuestiones de investigación planteadas en la tesis. A la hora de seleccionar los instrumentos deben tenerse en cuenta el público al que van dirigidos y los objetivos de la investigación, y deben crearse con la intención de recopilar datos precisos y pertinentes para la investigación.

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

Según Ramirez (2018), El grupo de personas o cosas que son objeto de la investigación y tienen cualidades similares se denomina población en una tesis. La población en una tesis que indica el conjunto de individuos, cosas, ocasiones o componentes que se pretende examinar, explicar o de los que se extraen conclusiones. La definición de la población es fundamental en una tesis, ya que es necesario delimitar y especificar claramente a qué grupo se refiere el estudio y establecer los criterios de inclusión y exclusión para determinar quiénes forman parte de la misma. Además, la identificación y caracterización de la población es importante para poder realizar generalizaciones y extrapolaciones de los resultados adquiridos en la investigación.

Para garantizar una medición precisa de la población, se seleccionará una muestra y se comprobará si el subconjunto pertenece al grupo de población representativo. Este paso es necesario para hacer coincidir los datos específicos de la población con una parte de los insumos que el grupo ha suministrado. Una vez que el módulo de análisis ha producido sus resultados, se ha marcado la población que se va a analizar y se ha determinado el lugar donde se van a obtener los resultados. Por lo tanto, la población se define como el total de hechos que coinciden con los requisitos. En el ámbito de la investigación, la carretera de la avenida Andres Avelino Caceres de la ciudad de Juliaca, de 2 kilómetros de distancia, sirvió como población investigada.

### 3.3.2. Muestra

Según (Ramírez R. , 2018), una muestra en el contexto de una tesis se refiere a un grupo representativo de individuos, objetos o eventos que se seleccionan para su estudio y análisis con el fin de conseguir conclusiones generalizables de una población más amplia. La muestra debe ser seleccionada de manera aleatoria o estratificada para garantizar su representatividad y minimizar el sesgo en los resultados de la investigación. La muestra utilizada en una tesis puede ser de diferentes tamaños y características, dependiendo de la naturaleza y objetivos del proyecto de investigación.

La carretera de la avenida Andrés Avelino Cáceres, que atraviesa la ciudad de Juliaca a lo largo de dos kilómetros, sirve de muestra para esta investigación. Se colocaron cuatro calicatas a lo largo de la carretera en cuatro lugares distintos cada 500 metros para recoger material de muestra para las pruebas.

**Tabla 6**

*Numero de pruebas realizadas*

Pruebas	IP	Grado Compactación	CBR	Sub Total
SN	4	4	4	12
SN + 2.5% CTQ	3	3	3	9
SN + 5% CTQ	3	3	3	9
SN + 7.5% CTQ	3	3	3	9
SN + 2.5% CTM	3	3	3	9
SN + 5% CTM	3	3	3	9
SN + 7.5% CTM	3	3	3	9
			<b>TOTAL</b>	<b>66</b>



Para cada fosa de ensayo utilizada en el estudio, el número de muestras que figura en el cuadro corresponde a ese número.

Es importante señalar que el promedio de OCH de la prueba Proctor modificada se utilizó para determinar el porcentaje de melaza de caña y de ceniza de rastrojo de maíz que entró en la construcción.

### **3.4. Validación y Confiabilidad de los Instrumentos**

#### **3.4.1. Validación de los Instrumentos**

Según Rosel (2021), Cuando se valida una herramienta de recogida de datos, como un cuestionario, una escala de medición o una prueba psicométrica, significa que se ha establecido su validez y fiabilidad. Este procedimiento asegura que el instrumento sea capaz de medir de manera precisa y consistente lo que se pretende evaluar o investigar. La validación de instrumentos implica llevar a cabo diferentes pruebas y análisis estadísticos para garantizar que los resultados obtenidos sean fiables y válidos.

#### **3.4.2. Confiabilidad de los Instrumentos**

Según (Rosel, 2021), Cuando se mide una determinada variable o constructo utilizando un instrumento, su fiabilidad se define como la consistencia de los resultados. O, dicho de otro modo, se refiere a la capacidad del instrumento para medir la variable estudiada con precisión y fiabilidad. Para evaluar la fiabilidad de un instrumento se pueden utilizar muchas técnicas, como el coeficiente de fiabilidad, la consistencia interna o la estabilidad de las lecturas a lo largo del tiempo. Una alta confiabilidad indica que el instrumento es capaz de proporcionar resultados consistentes y replicables, mientras que una baja confiabilidad sugiere que los resultados pueden ser inconsistentes y poco fiables.

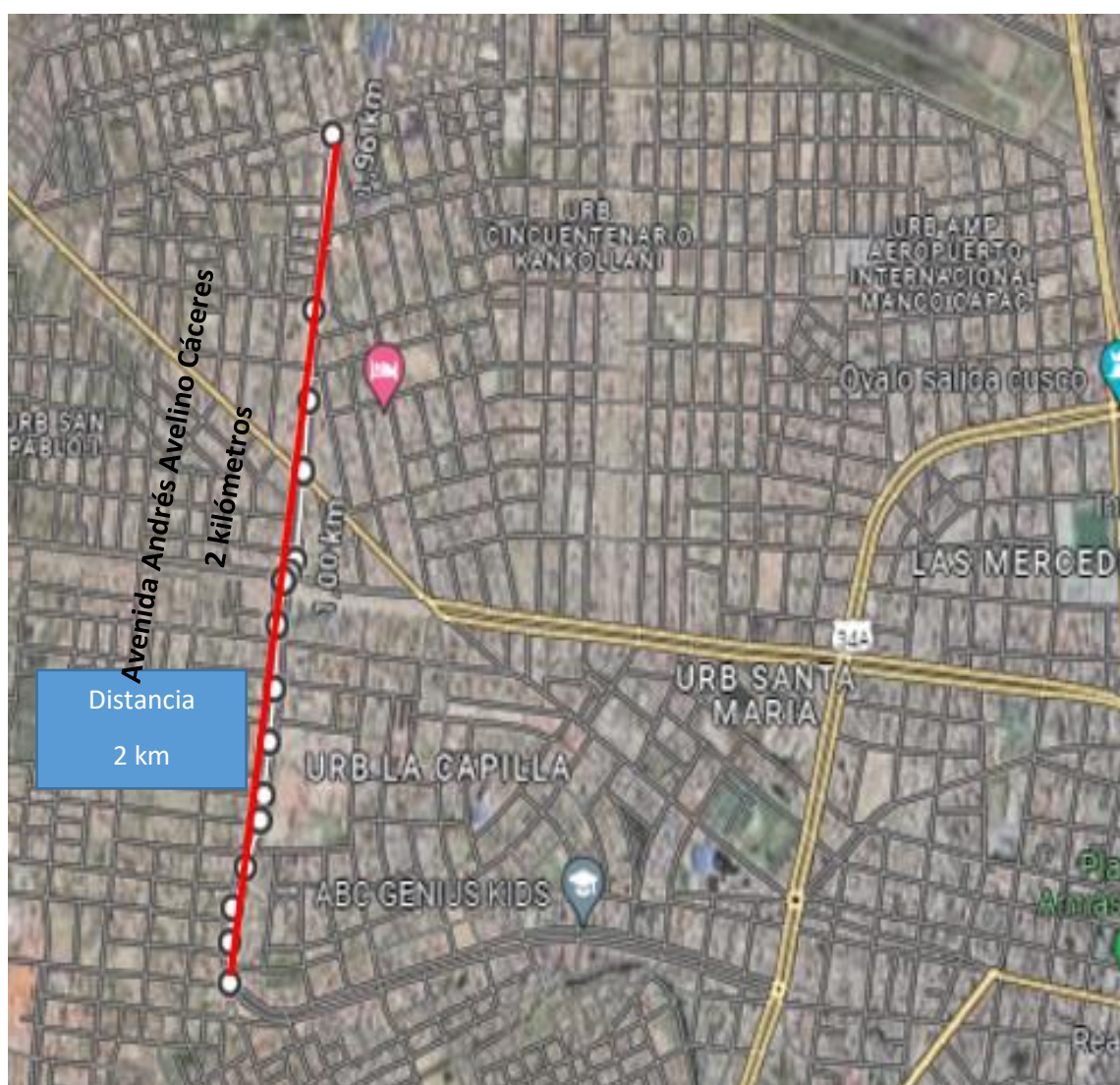
### 3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

#### 3.5.1. Zona de estudio

El lugar de estudio está situado en la avenida de Jerusalén y a unos dos kilómetros de distancia. Se excavaron cuatro zanjas cada 500 metros, de las que se tomaron muestras para realizar pruebas.

**Figura 3**

Zona de estudio



Se visualiza la zona de estudio de la investigación de donde se extarjeron material para realizar los ensayos de suelos .

### 3.5.2. Selección de Calicatas

Según el MTC (2019), ofrece el número de pozos de prueba requeridos por el IMDA para las investigaciones en suelos de cimentación. Sin embargo, la posición y funcionalidad de las calicatas de prueba varió significativamente dependiendo del tipo de carretera en estudio.

En este contexto, propone que se excave un pozo de prueba de 1,30 m de profundidad cada 500 metros en las rutas de bajo volumen de tráfico. Por esta razón, en este estudio se eligió un estudio de 2 km, ya que era conveniente para el investigador e incluía cuatro pozos de prueba.

#### Figura 4

*Tramos de ubicación de calicatas*

C - 1	C - 2	C - 3	C - 4
Km 0 + 500	Km 1 + 000	Km 1 + 500	Km 2 + 000

Las ubicaciones de los pozos de prueba se representan en el diagrama, y los progresivos de cada uno se enumeran ve en la tabla adjunta:

#### Tabla 7

*Detalles de calicatas realizadas*

Calicata	Tramo	Km
1	0+000 – 0+500	0+500
2	0+500 – 1+000	1+000
3	1+000 – 1+500	1+500
4	1+500 – 2+000	2+000

Se abrieron fosas de prueba de acuerdo con los lugares designados para recoger muestras de materiales indicativos del suelo de la subrasante de la carretera objeto de estudio.



### **3.5.3. Toma de Muestras de Material**

Para garantizar que la humedad natural de la muestra no se perdiera a lo largo del proceso de selección de una muestra representativa, las muestras se introdujeron en bolsas herméticas. Esto se hizo para garantizar que las muestras no se vieran afectadas por la pérdida de humedad.

#### **Herramientas y equipos:**

- Bolsas herméticas
- Pala
- Marcador de progresivas

### **3.5.4. Ensayos de Laboratorio**

A continuación, se detallan las pruebas de laboratorio efectuadas con las combinaciones de polímeros acrílicos y las muestras extraídas.

- a. Contenido de humedad.** Como se indica en ASTM D-2216 y MTC E 108, el objetivo del ensayo es determinar la cantidad de humedad en el árido extraído o ensayado.

#### **Procedimiento:**

- Una muestra representativa de la población en general es crucial para las pruebas.
- Una vez seco el material, se saca del horno y se deja enfriar a temperatura ambiente.

**Figura 5***Prueba de contenido de humedad***Cálculo:**

La siguiente fórmula determina la cantidad de humedad de las muestras:

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

- b. Ensayo de límites de Atterberg.** El objetivo de este ensayo, tal y como establecen las normas ASTM D4318, es determinar el porcentaje de partículas plásticas de una sustancia que pueden pasar a través de un tamiz de malla n.º 40 una vez determinados los factores líquido y plástico del compuesto.

### Procedimientos de LP:

- Antes de ser enrollada físicamente en forma cilíndrica, la muestra se moldea inicialmente en una estructura elipsoidal.
- Si resulta que el cilindro no se colapsa a los 3,2 mm de diámetro, se repite el proceso tantas veces como sea necesario para ver el colapso a los tamaños designados.
- Para simplificar el procedimiento de pesaje, la muestra rota se coloca suavemente en vasos u otros recipientes.
- Para este método, se necesita una muestra que pese al menos 6 gramos.
- A continuación, se realiza otro estudio del % de humedad.

### Figura 6

*Prueba de limite plástico*



- Por último, se halla el peso de la muestra deshidratada y se registran adecuadamente los valores obtenidos.

### Cálculo:

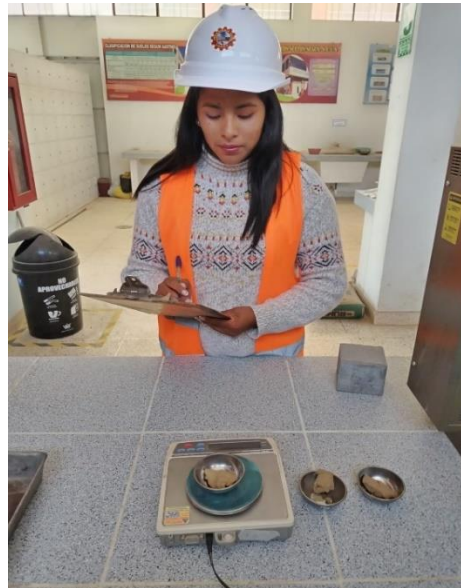
$$LP = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

**Procedimientos LL:**

- La muestra se coloca en una bandeja y se mezcla con 0,015 a 0,020 litros exactos de licor destilado.
- Se realiza una adición regulada y progresiva de humedad.
- Después de mezclar bien la mezcla, se vierte suavemente una porción de la misma en la olla, asegurándose de colocarla sobre la base.
- A continuación, se procede a nivelar hasta que la mezcla alcance su punto más alto con un grosor máximo de 1 cm.
- Una vez que la mezcla se ha dispersado uniformemente por la superficie diametral de la probeta, se utiliza la máquina ranuradora con golpes decididos para crear la copa de bronce.

**Figura 7***Prueba de limite liquido*

- Dos porciones de la mezcla de tierra entran en contacto dentro del orificio de la base cuando se gira la palanca para elevar y calzar el recipiente, alcanzando una frecuencia de dos descensos por segundo.
- De la zona del núcleo donde se produjo el contacto se tomó una muestra de suelo. Tras colocarla meticulosamente en una tara, la muestra de tierra se pesó y se secó al horno.

**Figura 8***Pesaje del material*

- Finalmente, la tara se utiliza para medir la muestra seca, registrar los datos y calcular el contenido de humedad.

**Cálculo:**

$$LL = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

**Procedimiento del IP**

$$IP = LL - LP$$

- c. Análisis granulométrico.** El fin de este ensayo es definir la granulometría, que se caracteriza por las cantidades de material que pasan a través de cada tamiz específico, de acuerdo con ASTM D-422 y MTC E 107.

**Procedimiento:**

- Las fases iniciales del procedimiento experimental consisten en determinar la masa de la muestra de material y colocarla encima del tamiz.

- Durante el proceso de cribado manual, las cribas se hacen girar cuidadosamente hacia delante y hacia atrás y alrededor de sus circunferencias para garantizar que los materiales se muevan constantemente sobre la malla.

### Figura 9

#### *Prueba de granulometría*



La figura exhibe el ensayo de granulometría realizados en laboratorio

- A continuación, se calcula el peso del material aún presente en cada filtro.

#### **Cálculo:**

El recuento de porciones se utiliza en el análisis granulométrico para calcular las cantidades de material pasadas y acumuladas en cada tamiz. Se utilizan matemáticas fundamentales para obtener estos valores mediante una secuencia de operaciones secuenciales.

- d. Prueba de Proctor modificado.** El objetivo de este ensayo es encontrar la máxima densidad seca posible con el contenido óptimo de humedad de acuerdo con MTC E 115 y ASTM D-1557.

## Procedimiento:

- La muestra se tamiza para eliminar las partículas mayores que el tamiz n.º 4.
- Para que la muestra esté relativamente húmeda, el material se combina a continuación con agua. Por último, se añade agua a cada muestra individual.
- La cuantificación del peso del molde proctor se realiza utilizando la placa base.

## Figura 10

### *Ensayo de Proctor modificado*



- La muestra se separa en cinco partes aproximadamente iguales.
- Para minimizar la pérdida de suelo durante el proceso de compactación, se añaden collares o extensiones adicionales junto con los moldes.
- A continuación, se toman dos muestras de las partes superior e inferior del molde, cada una de las cuales pesa 100 gramos.
- Finalmente, se seca la muestra en un horno y se registra cuidadosamente toda la información pertinente.



- e. **CBR.** Utilizando las normas establecidas por ASTM D-1883 y MTC E 132, el objetivo del ensayo es determinar la capacidad portante CBR relativa en términos porcentuales al 95% y/o 100% del MDS que contienen los materiales del suelo.

### Procedimiento:

- La selección de una muestra patrón seca de unos 5,5 kg de peso es el primer paso del proceso de selección.
- El material se somete a un proceso de tamizado utilizando tamices del N° 4, 3/8" y 3/4". Se añade la misma cantidad de material del tamiz n.º 4 después de retirar la muestra que quedaba en la malla de 3/4".
- Se obtienen los valores del grado de compactación (MDS y OCH) o se recogen los datos del proctor.
- El molde y la base pesan exactamente lo mismo.
- Para obtener el grado de humedad ideal, las probetas se aprietan dentro del molde mientras se ajusta el contenido de agua. Aplicando 12, 25 y 56 golpes a cada capa se obtiene este resultado.
- Una vez colocados los pesos, se retira el collarín y se enrasa el material para asegurarse de que no hay cavidades en la superficie.
- El molde y la placa base se separan tras retirar el disco separador.
- Todos los estratos de soporte aplican presiones relevantes, que son simuladas por el anillo de sobrecarga.
- El peso del molde y de la muestra se anota justo antes de sumergirlos en agua. En primer lugar, se coloca el trípode alrededor del perímetro del molde y se hacen coincidir los vástagos de la esfera y la placa perforada para obtener la primera medición del hinchamiento. A continuación, se capturan los datos de hinchamiento.
- Se prevé que este proceso de saturación dure 96 horas, o cuatro días.

**Figura 11***Ensayo de CBR*

- La masa de los moldes que contienen la muestra saturada se mide una vez retirada el agua, junto con los anillos y las placas perforadas.
- A continuación, garantizar que el pesaje de la muestra y su introducción en el dispositivo de penetración se produzcan al mismo tiempo, sin retrasos innecesarios, se procede a la penetración de las muestras.
- Se recubre la probeta y se coloca el pistón para permitir la penetración. Cuando se aplican 44 N de fuerza, los mandos de carga y deformación se ponen a cero.
- Para una variedad de penetraciones, se ofrecen lecturas de carga documentadas; se hace especial hincapié en las penetraciones de 0,1" y 0,2".
- Tras el proceso mencionado, se extrae la probeta del material alrededor del lugar de penetración y se separan los moldes del aparato CBR.



### **3.6. Procesamiento y Análisis de la Información**

Los resultados se presentarán en tablas y, para facilitar su comprensión e interpretación, se examinarán posteriormente mediante herramientas de cálculo y creación visual. En estos procesos se emplearán técnicas fiables que faciliten la comprensión de los resultados, que se llevarán a cabo para alcanzar los resultados mediante exámenes.

### **3.7. Matriz de Consistencia**

En los apéndices se ofrece una amplia explicación de la matriz de coherencia de la investigación.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se examinan y evalúan exhaustivamente los resultados adquiridos en los experimentos de laboratorio. Los resultados se organizan de forma progresiva en función de los datos solicitados. El estudio examina inicialmente las características mecánicas y físicas de los suelos de la carretera de la avenida Andrés Avelino Cáceres. A continuación, investiga los efectos de la inclusión de melaza de caña y aceite reciclado en diferentes porcentajes (2.5%, 5% y 7.5%) en el suelo. La investigación concluye con la determinación de la proporción ideal de suelo con melaza de caña y dosis de aceite reciclado que produce los mejores resultados mecánicos y físicos.

#### **4.1. Propiedades Físicas y Mecánicas de la Subrasante**

##### **4.1.1. Humedad Presente**

A continuación, se muestra el % de humectación de material. La siguiente tabla muestra los valores medios obtenidos:

**Tabla 8***Humedad de calicatas*

<b>(%) de Humedad</b>	
<b>Calicata</b>	<b>Humedad... (%)</b>
C/1	22.14
C/2	21.84
C/3	22.39
C/4	21.63
	<b>22.00</b>

Se presenta el contenido medio de humedad de los especímenes recogidos en las calicatas, que resultó ser del 22.00% por término medio.

#### 4.1.2. Granulometría

A continuación, se presenta el análisis granulométrico de los especímenes obtenidas en laboratorio.

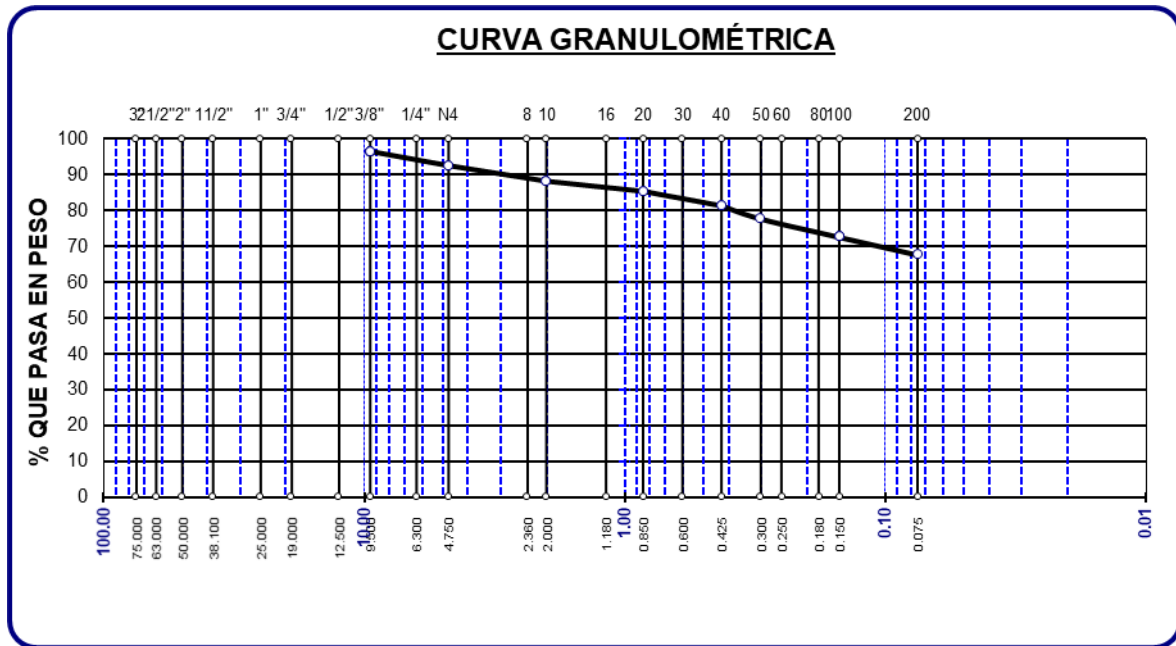
**Tabla 9***Granulometría de muestras*

<b>Tamices</b>	<b>Granulometría</b>			
	<b>% pasante</b>			
	<b>C - 1</b>	<b>C - 2</b>	<b>C - 3</b>	<b>C - 4</b>
1/2"	-	-	-	-
3/8"	96.42	95.82	96.46	96.05
N° 4	92.48	91.92	93.12	92.40
N° 10	88.19	88.36	88.76	88.59
N° 20	85.38	83.79	84.51	84.37
N° 40	81.35	79.87	80.54	79.74
N° 50	77.69	76.05	76.29	75.80
N° 100	72.63	71.64	71.79	71.66
N° 200	67.70	67.26	67.55	67.68

Desde el tamiz de 3/8" hasta el tamiz n.º 200, la tabla presenta la gradación de los materiales que surgió del proceso de tamizado de las muestras.

**Figura 12**

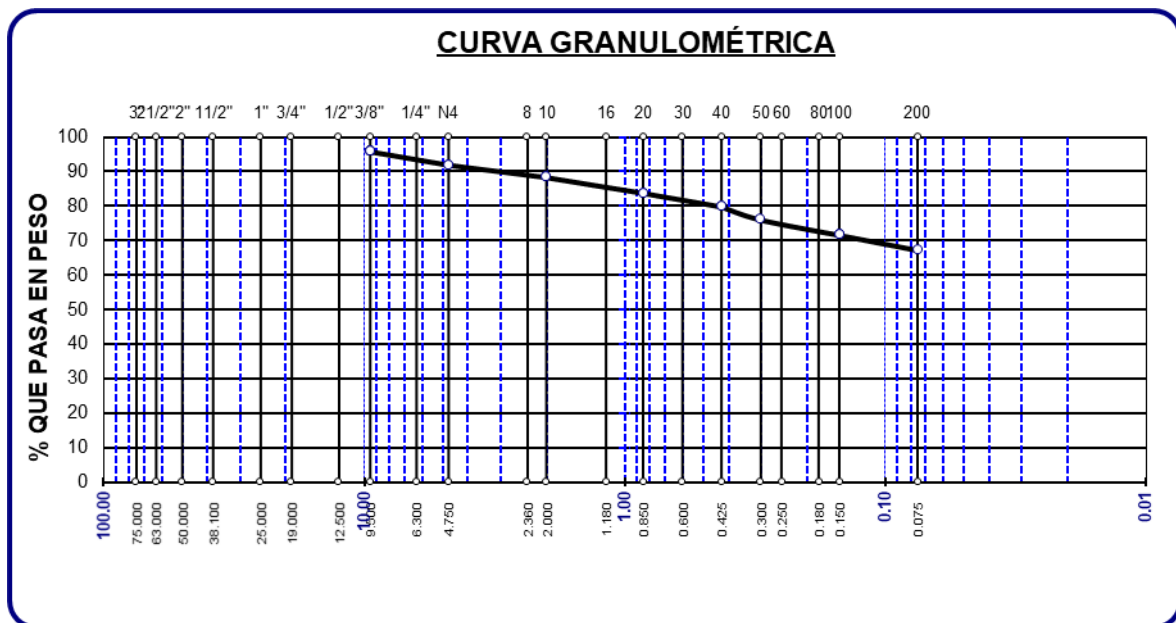
*Gradación Calicata 1*



La figura exhibe la curva de granulometría correspondiente a la M-01.

**Figura 13**

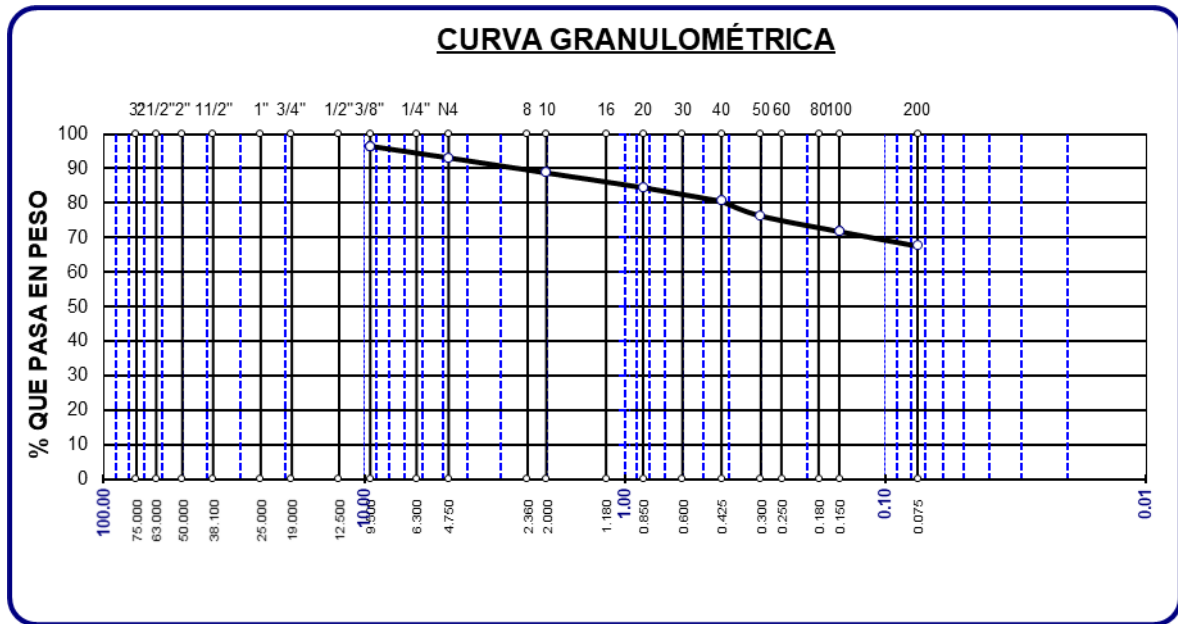
*Gradación Calicata 2*



La figura exhibe la curva de granulometría correspondiente a la M-02.

**Figura 14**

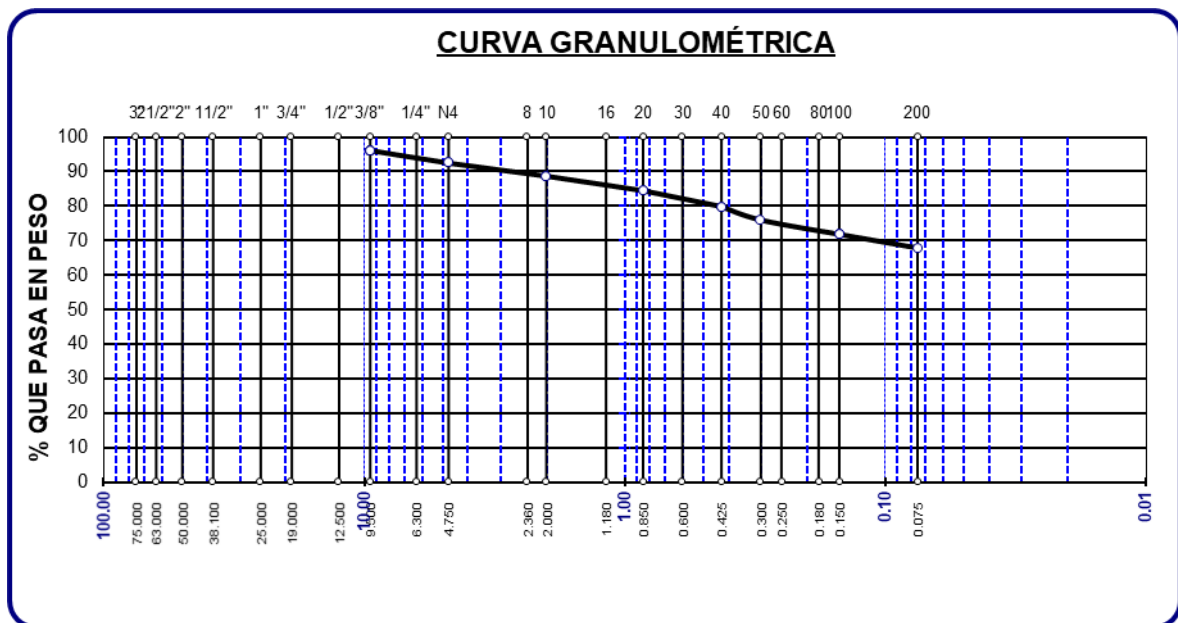
*Gradación Calicata 3*



La figura exhibe la curva de granulometría correspondiente a la M-03

**Figura 15**

*Gradación Calicata 4*



La figura exhibe la curva de granulometría correspondiente a la M-04

#### 4.1.3. Índice de Plasticidad

Se detallan los promedios obtenidos en los estudios para este parámetro, que es producto de la separación entre el LL y LP.

**Tabla 10**

*Límites - Atterberg*

Prueba	Límites - Atterberg		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1	31.46	17.23	14.23
C-2	31.40	17.14	14.26
C-3	31.22	17.14	14.68
C-4	31.37	16.98	14.39
<b>Promedio</b>	-	-	<b>14.24</b>

Los datos obtenidos en las pruebas se presentan en la tabla. La desviación típica del IP es del 14,24%, lo que indica que el índice plástico es elevado.

#### 4.1.4. Nivel de Compactación

Para establecer el GC, se utiliza una Humedad controlado y óptimo, que viene determinado por la MDS que posee la muestra:

**Tabla 11**

*Grado - compactación*

Prueba	Grado - Compactación	
	MDS (gr/cc)	OCH (%)
C-1	1.773	7.82.5%
C-2	1.750	9.07%
C-3	1.770	7.95%
C-4	1.748	8.62%
<b>Promedio</b>	<b>1.760</b>	<b>8.37%</b>

La tabla nos da a conocer datos adquiridos de la MDS y OCH d, siendo el valor medio de MDS de 1,760 gr/cc y el valor medio de OCH de 8,37% para el conjunto de las muestras.

### Figura 16

Grado – Compactación M-01

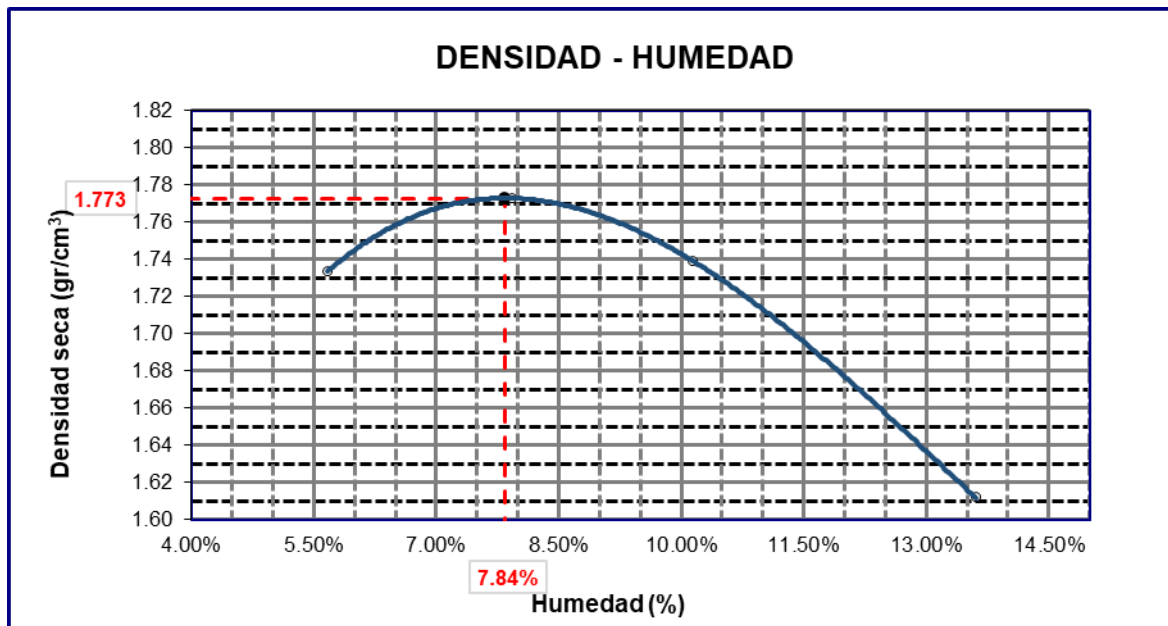
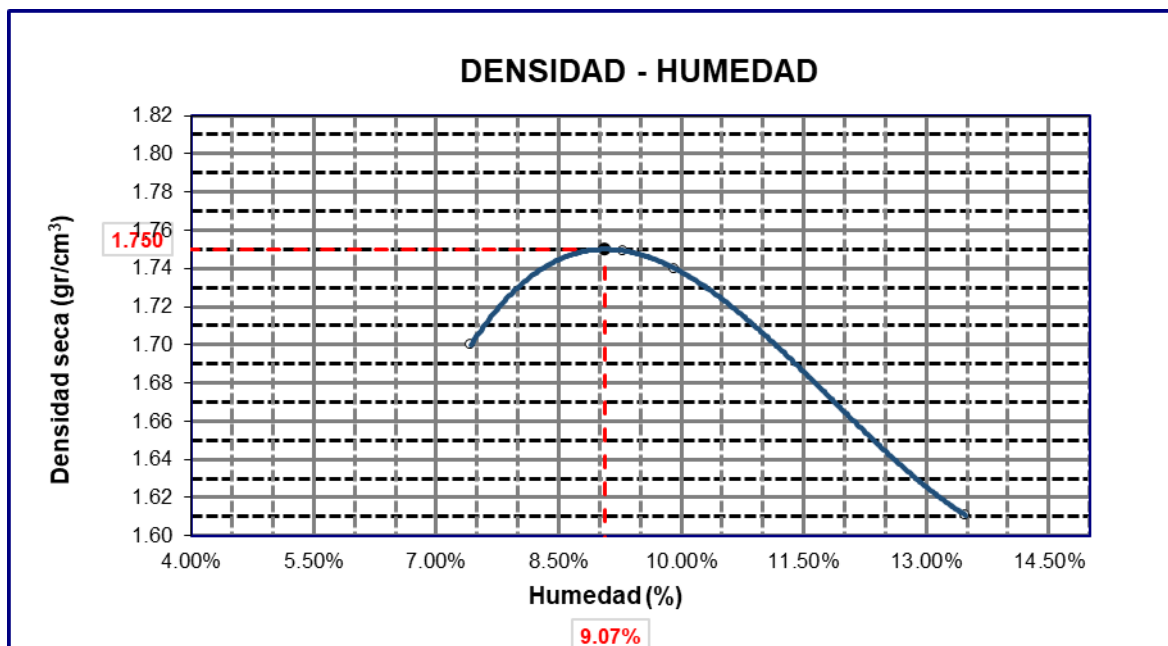


Gráfico que visualiza la relación de la humedad y la densidad para la primera muestra, con un MDS de 1.773 g/cc y el OCH de 7,82,5%.

### Figura 17

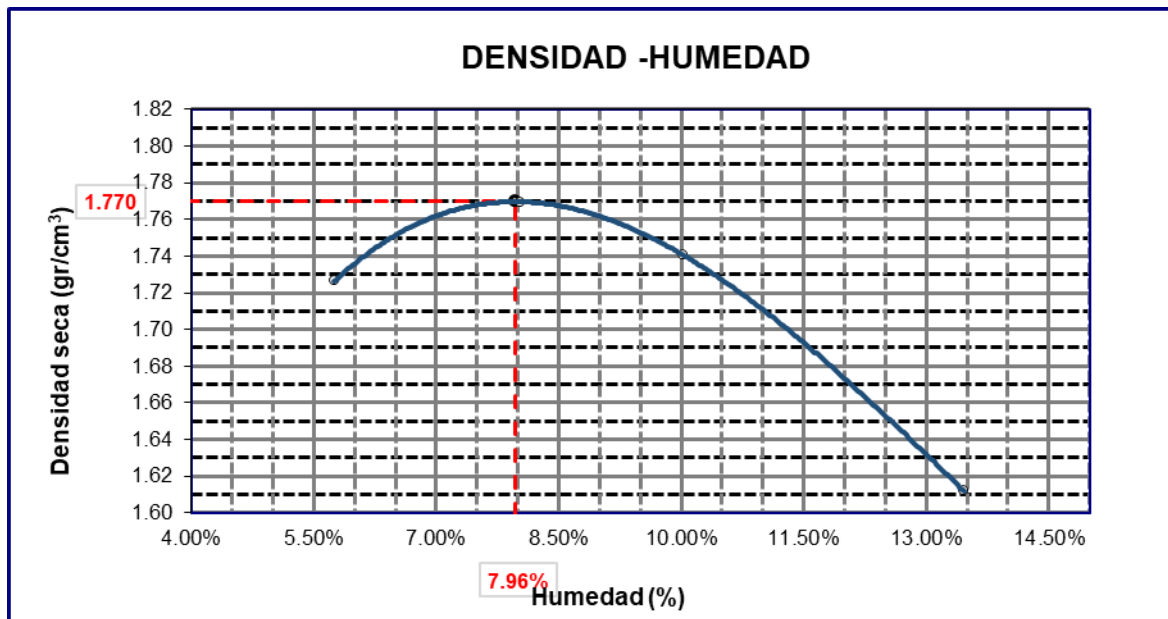
Grado – Compactación M-02



La humedad y la densidad se muestra en el gráfico para la prueba 2, que tiene un MDS de 1.750 g/cc y un OCH de 9,07%.

### Figura 18

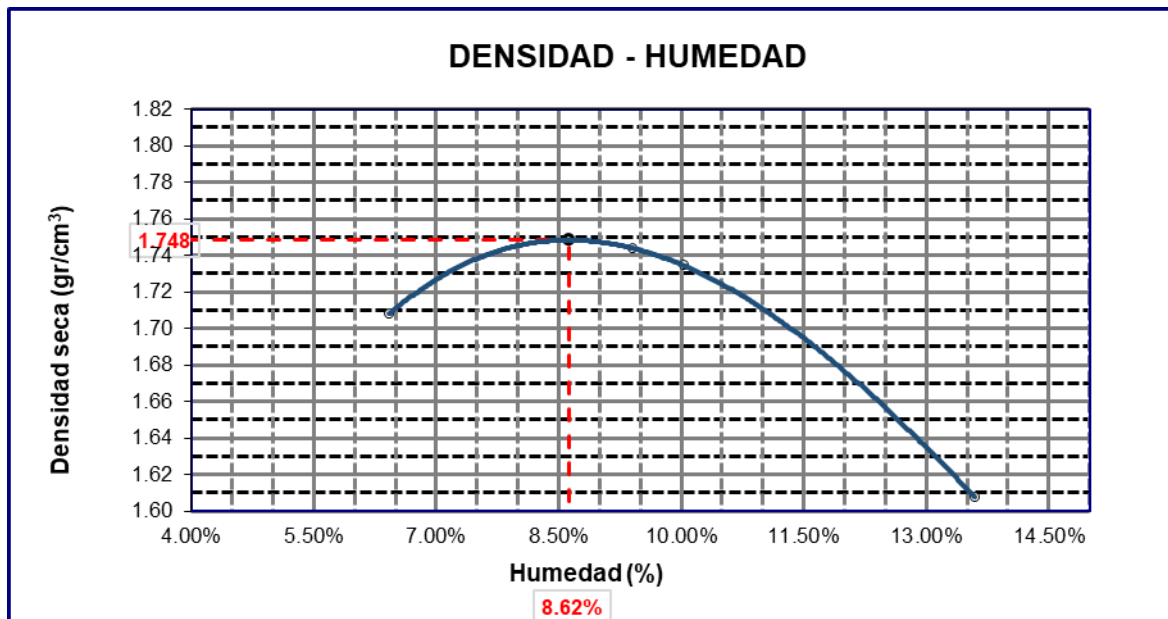
Grado – Compactación M-03



Mientras que el MDS es de 1.770 g/cc y el OCH es de 7,95%, se percibe la relación entre la humedad y la densidad.

### Figura 19

Grado – Compactación M-04



Con un OCH de 8,62% y un MDS de 1,748 g/cc para la prueba 4, se percibe la relación de la densidad y la humedad.

### 4.1.5. Capacidad de Soporte CBR

La tabla nos da a conocer datos obtenidos del CBR para el SN al 95% del MDS:

**Tabla 12**

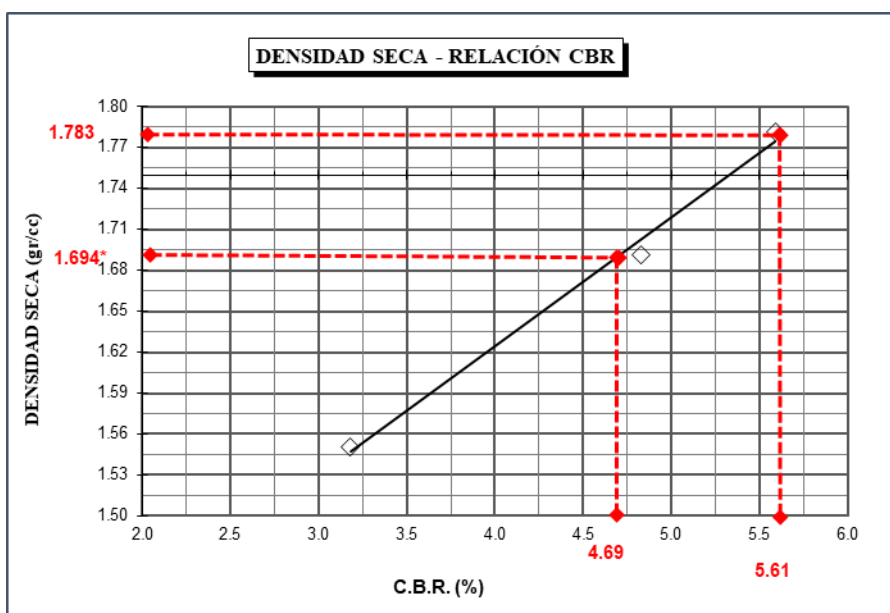
*Prueba - CBR*

Prueba - CBR		
Pruebas	100%	95%
C/01	5.61	4.61
C/02	5.57	4.29
C/03	5.72	4.74
C/04	5.23	4.36
	<b>5.53</b>	<b>4.50</b>

Tal como se indica en la tabla, las muestras presentan una capacidad de carga CBR promedio del 5,53% al 100% MDS y del 4,50% al 95% MDS.

**Figura 20**

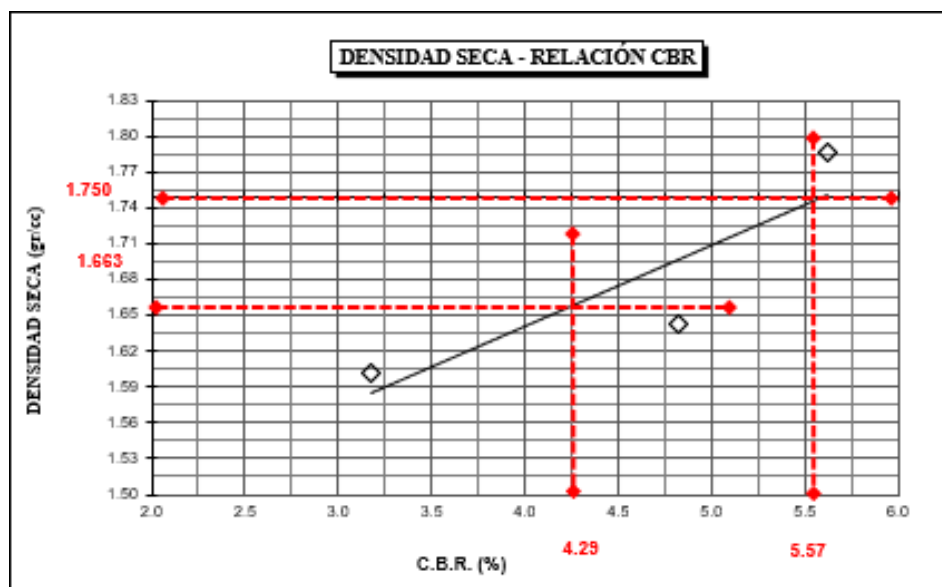
*Prueba – CBR 01*



Según se observa en la figura, la muestra de la prueba 1 alcanzó un CBR de 4,69% al 95% y de 5,61% al 100% del MDS, acompañado por las densidades.

### Figura 21

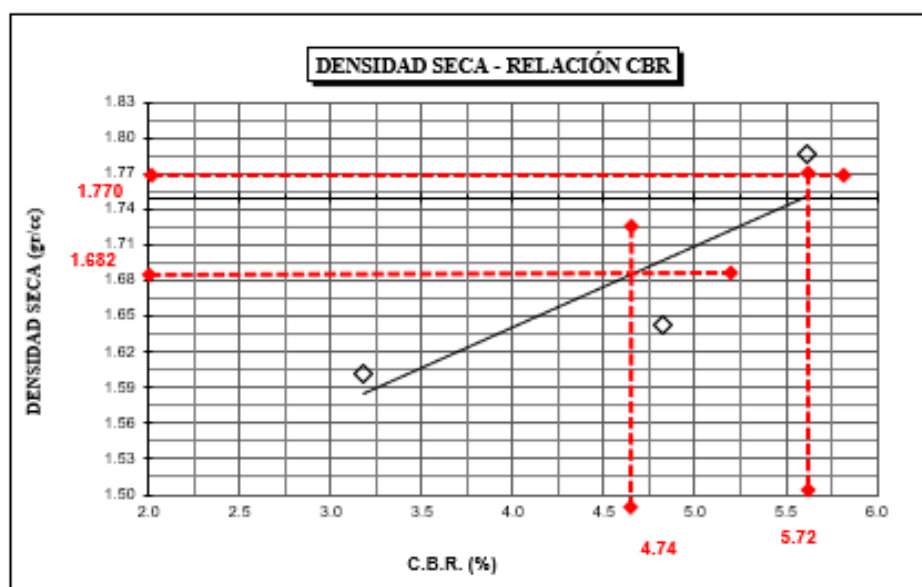
Prueba – CBR 02



Se alcanzó un CBR fue de 4,29% al 95% del MDS y de 5,57% al 100% del MDS.

### Figura 22

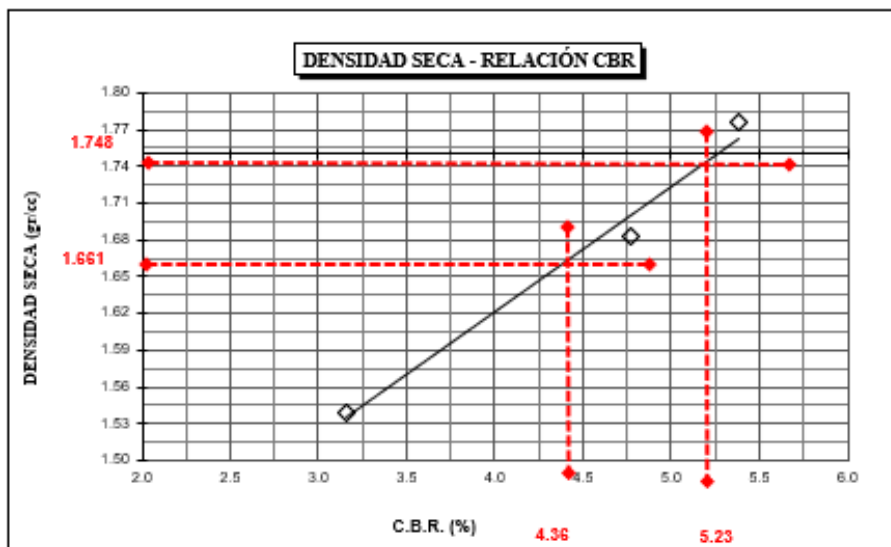
Prueba – CBR 03



La muestra de la prueba 3 alcanzó un CBR de 4,72,5% al 95% del MDS y de 5,72% al 100% del MDS.

**Figura 23**

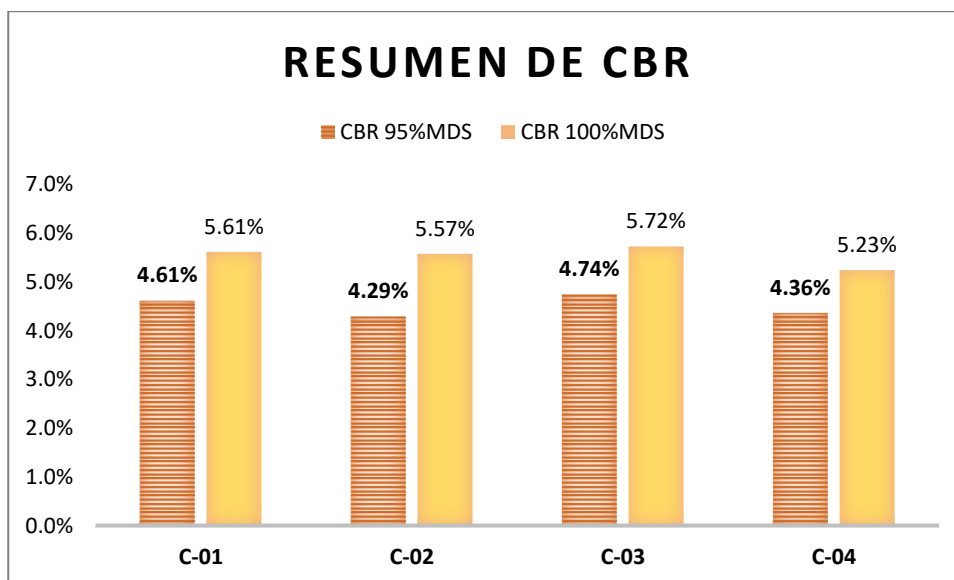
*Prueba – CBR 04*



La muestra de la prueba 4, alcanzó un CBR de 4,35% al 95% del MDS y de 5,23% al 100% del MDS.

**Figura 24**

*Resumen de valores de CBR de las calicatas evaluadas*



El gráfico demuestra los CBRs alcanzados el 95% y 100% de la MDS, mismos que se encuentran por debajo del valor aceptable de 6%, indicando que se requiere estabilización del material evaluado.

### 4.2. Influencia de la melaza de caña y aceite reciclado en el IP

#### 4.2.1. IP de SN + 2.5% de melaza de caña

Se muestran los datos obtenidos del IP tras aplicar un 2,5% de melaza de caña.

**Tabla 13**

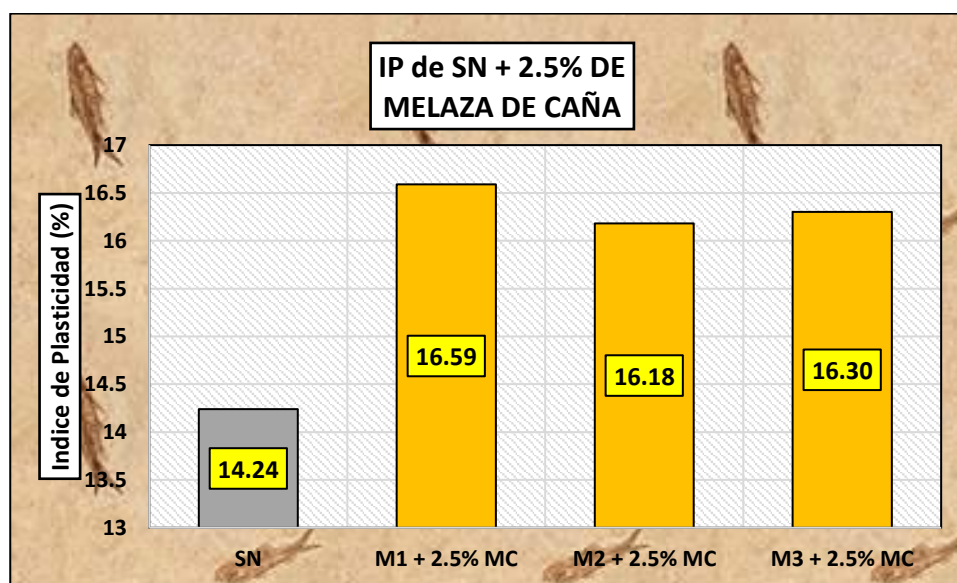
*Índice plástico + 2.5% de melaza de caña*

IP – SN + 2.5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	IP (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	14.24	-	-
M1 + 2.5% MC	16.59		
M2 + 2.5% MC	16.18	16.36	15%
M3 + 2.5% MC	16.30		

Según los datos de la tabla, la adición de un 2,5% de melazas de caña a la muestra IP aumentó el índice plástico en un 15% y elevó la media hasta el 16,35%.

**Figura 25**

*Índice plástico + 2.5% de melaza de caña*



Se denota el IP de la subrasante antes y después de añadir melaza de caña de azúcar. La inserción de un 2,5% de melaza mejora el IP en un 15%.

### 4.2.2. IP de SN + 5% de melaza de caña

A continuación, se muestran las cifras obtenidas del IP tras añadir un 5% de MC.

**Tabla 14**

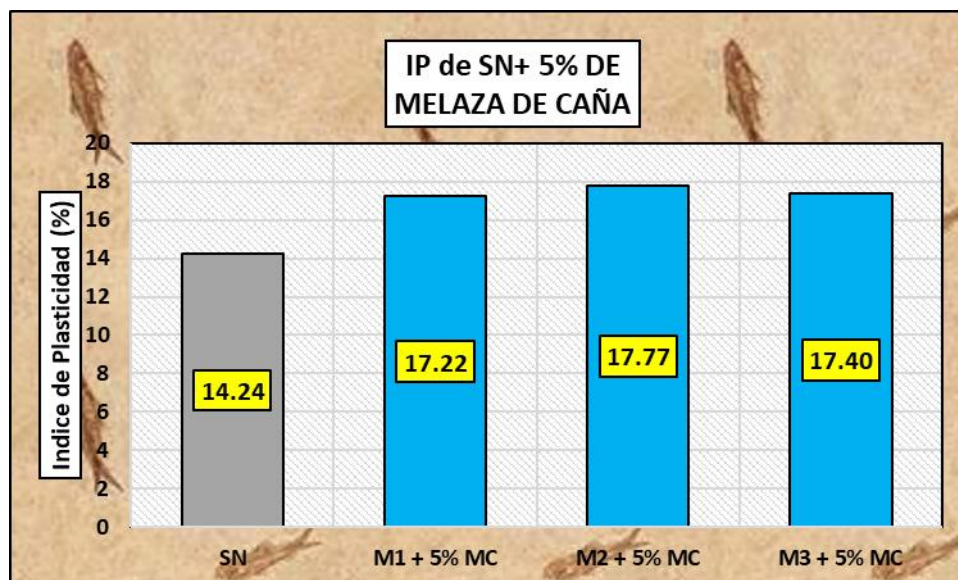
*Índice plástico + 5% de MC*

IP – SN + 5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	IP (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	14.24	-	-
M1 + 5% MC	17.22		
M2 + 5% MC	17.77	17.46	23%
M3 + 5% MC	17.40		

Según los datos de la tabla, la adición de un 5% de melaza de caña a la muestra aumentó el índice plástico en un 23% y elevó el IP medio hasta el 17,45%.

**Figura 26**

*Índice plástico + 5% de MC*



Según se muestra en la imagen, el índice plástico (IP) del suelo nativo de la subrasante tiene una mejoría un 23% con la inclusión de un 5% de MC.

### 4.2.3. IP de SN + 7.5% de melaza de caña

Las siguientes tablas muestran los datos obtenidos del IP tras la aplicación del 7,5% de MC.

**Tabla 15**

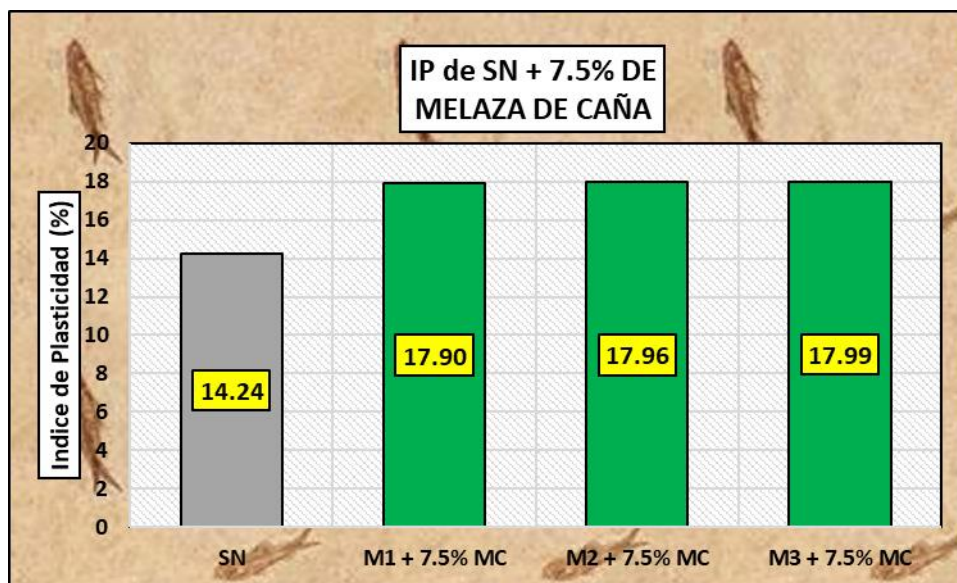
*Índice plástico + 7.5% de MC*

IP – SN + 7.5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	IP (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	14.24	-	-
M1 + 7.5% MC	17.90		
M2 + 7.5% MC	17.96	17.95	25%
M3 + 7.5% MC	17.99		

Véase en la tabla el IP de la muestra más 7,5% de melaza de caña; la media es de 17,95% y el índice plástico aumenta un 25%.

**Figura 27**

*Índice plástico + 7.5% de MC*



Con la inclusión de 7,5% de MC, la figura representa el IP del SN, demuestra un aumento del 25% en el índice plástico.

#### 4.2.4. Comparativa de los valores Adquiridos del IP

Se da a conocer datos de la adición de MC y cómo incidió al IP.

Tabla 16

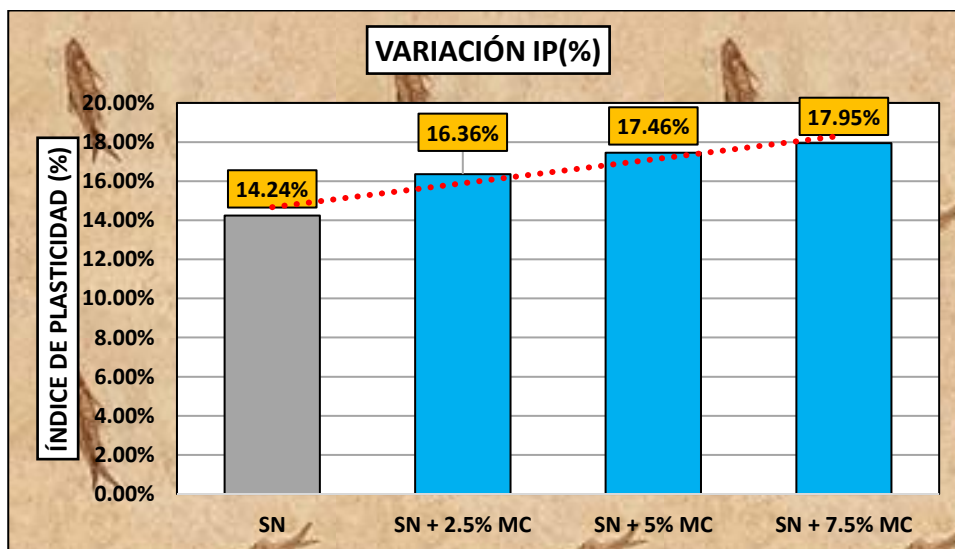
Comparativa de IP con la integración de MC

Resultados del IP de SN + Melaza de caña		
PRUEBAS	IP (%)	Variación (%)
SN	14.24%	-
SN + 2.5% MC	16.35%	15%
SN + 5.0% MC	17.45%	23%
SN + 7.5% MC	17.95%	25%

La tabla exhibe los valores del IP medio del suelo natural es de 14,24%, y aumenta cuando se añade melaza de caña de azúcar.

Figura 28

Variación del IP



Es evidente en la imagen que la mezcla de SN + 7,5% de MC exhibe un mayor aumento de la plasticidad en 17,95% en comparación con los cambios en el IP de los suelos naturales y sus mezclas con la melaza.

### 4.2.5. IP de SN + 2.5% de aceite reciclado

Se denotan los datos obtenidos del IP con la aplicación de un 2,5% de aceite reciclado.

**Tabla 17**

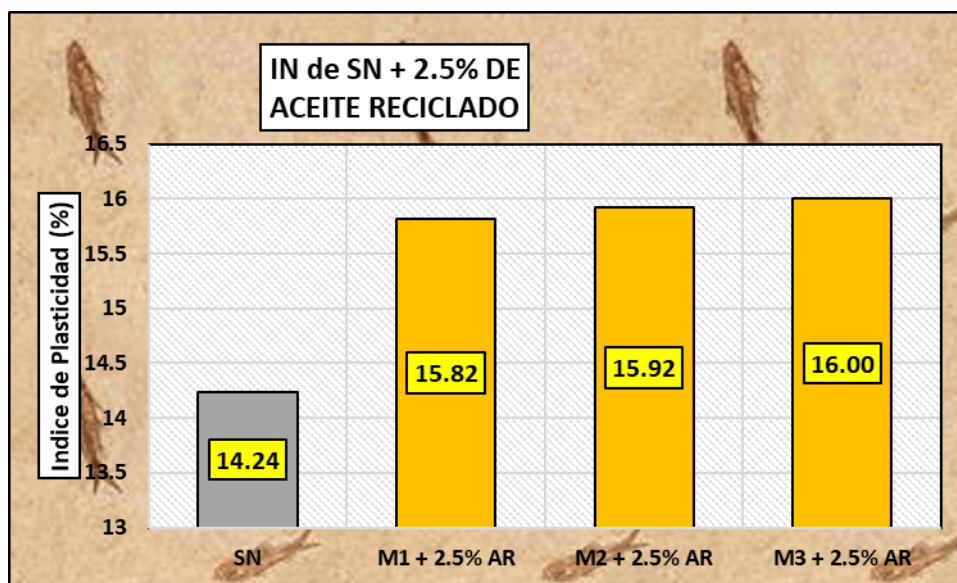
*Índice plástico + 2.5% de aceite reciclado*

IP – SN + 2.5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	IP (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	14.24	-	-
M1 + 2.5% AR	15.82		
M2 + 2.5% AR	15.92	15.91	12%
M3 + 2.5% AR	16.00		

La muestra IP más 2,5% de aceite reciclado se muestra en la tabla, con una media del 15,91% y un aumento del 12% en términos porcentuales para el índice del plástico.

**Figura 29**

*Índice plástico + 2.5% de aceite reciclado.*



La El gráfico muestra el (IP) de la subrasante tras la inclusión de un 2,5% de aceite reciclado. Demuestra un aumento del 12% en el IP.

### 4.2.6. IP de SN + 5% de aceite reciclado

Se detallan los resultados del IP alcanzados tras aplicar un 5% de aceite reciclado.

**Tabla 18**

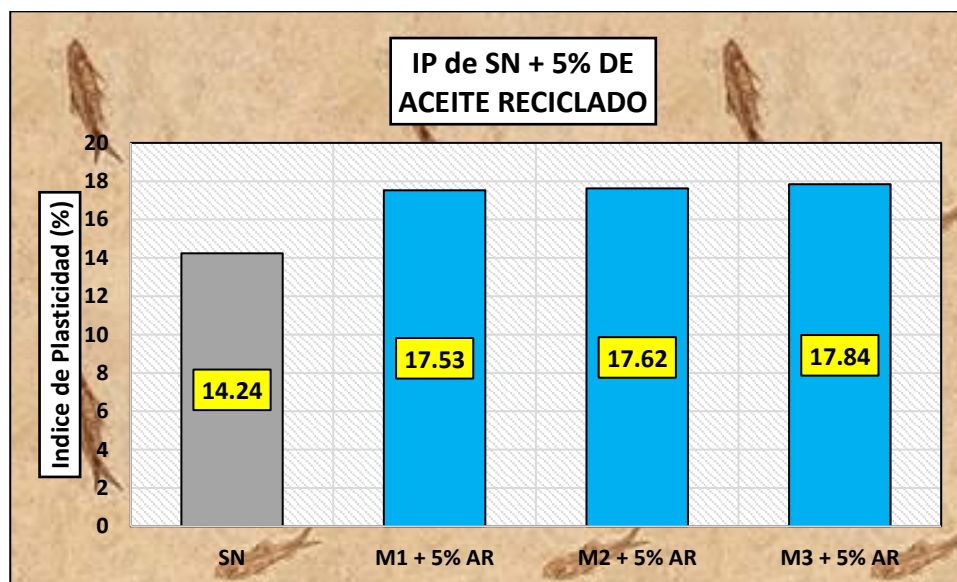
*Índice plástico + 5% de aceite reciclado*

IP – SN + 5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	IP (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	14.24	-	-
M1 + 5% AR	17.53		
M2 + 5% AR	17.62	17.66	22.5%
M3 + 5% AR	17.84		

El IP de la muestra más un 5% de aceite reciclado se muestra en la tabla, con una media del 17,65% y un aumento porcentual del 22,5%.

**Figura 30**

*Índice plástico + 5% de aceite reciclado*



El gráfico muestra el (IP) del suelo nativo de la subrasante tras añadir un 5% de aceite reciclado. Indica un aumento del 22,5% en el índice plástico.

### 4.2.7. IP de SN + 7.5% de aceite reciclado

Se observa datos adquiridos del IP con la inclusión del 7.5% de aceite reciclado

**Tabla 19**

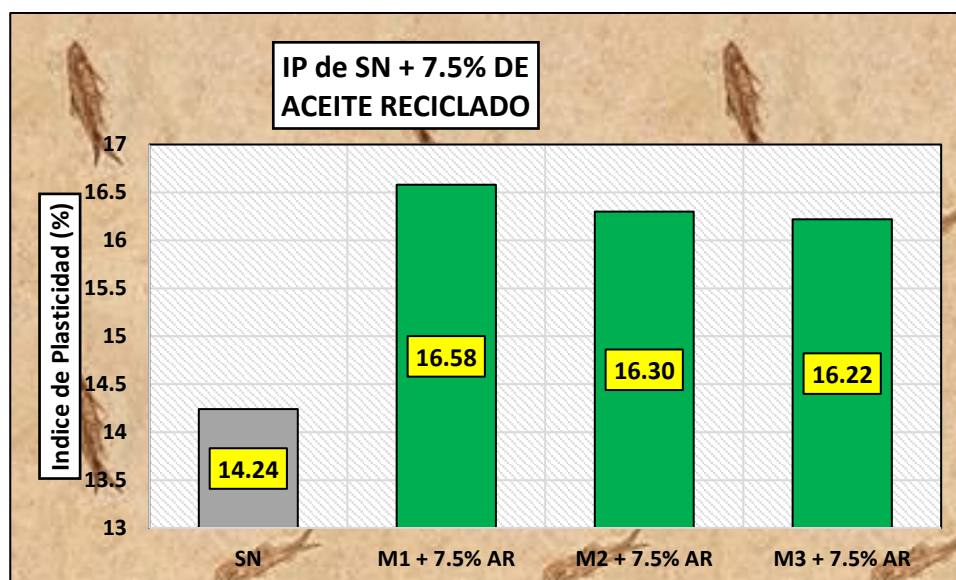
*Índice plástico + 7.5% de aceite reciclado*

IP – SN + 7.5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	IP (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	14.24	-	-
M1 + 7.5% AR	16.58		
M2 + 7.5% AR	16.30	16.37	15%
M3 + 7.5% AR	16.22		

La muestra del IP más 7,5% de aceite reciclado se muestra en la tabla, con una media de 16,37% y un aumento del 15% en el porcentaje del índice de plástico.

**Figura 31**

*Índice plástico + 7.5% de aceite reciclado*



El gráfico muestra el (IP) del SN luego de incluir aceite reciclado. La adición de un 7,5% de aceite reciclado aumentó el IP del suelo en un 15%.

### 4.2.8. Comparativo de los valores Adquiridos del IP

Se observa los valores logrados del uso de aceite reciclado y cómo incidió al IP:

**Tabla 20**

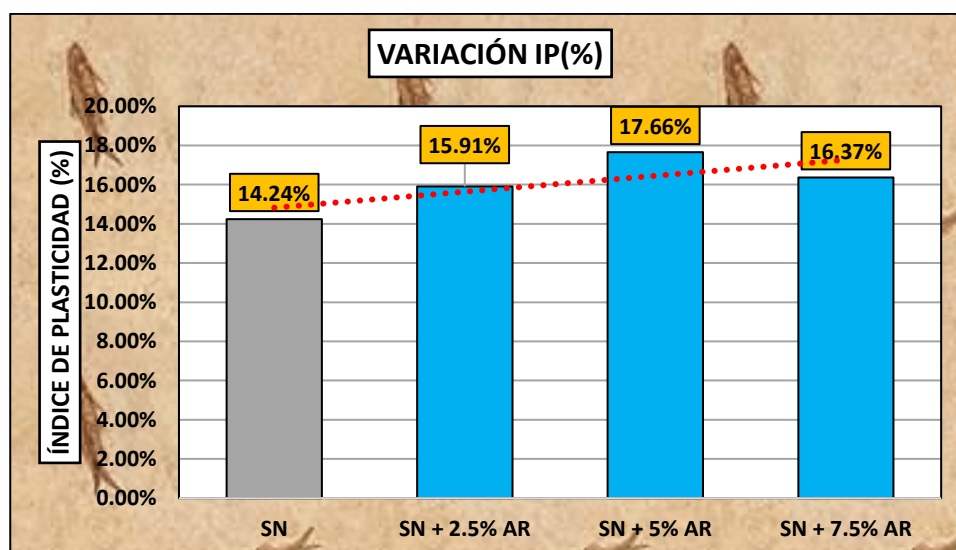
*Comparativos de IP con la integración de Aceite Reciclado*

PRUEBAS	Variación...IP	
	IP...(%)	Variación...(%)
SN	14.22.5%	-
S.N. + 2.5% AR	15.91%	12%
S.N. + 5.0% AR	17.65%	22.5%
S.N. + 7.5% AR	16.37%	15%

Los datos del IP se muestran en la tabla; el IP medio del suelo es de 14,24%, y aumenta cuando se añade aceite reciclado.

**Figura 32**

*Variación del IP*



Es evidente en la imagen que la combinación de SN y 5% de aceite reciclado exhibe un mayor aumento de la plasticidad en 17,65%.

### 4.3. Incidencia de la Melaza de caña en el Grado de Compactación

#### 4.3.1. Nivel de Compactación de SN + 2.5% de Melaza de caña

Se observa los datos adquiridos sobre el nivel de compactación después de añadir un 2,5% de melaza de caña.

**Tabla 21**

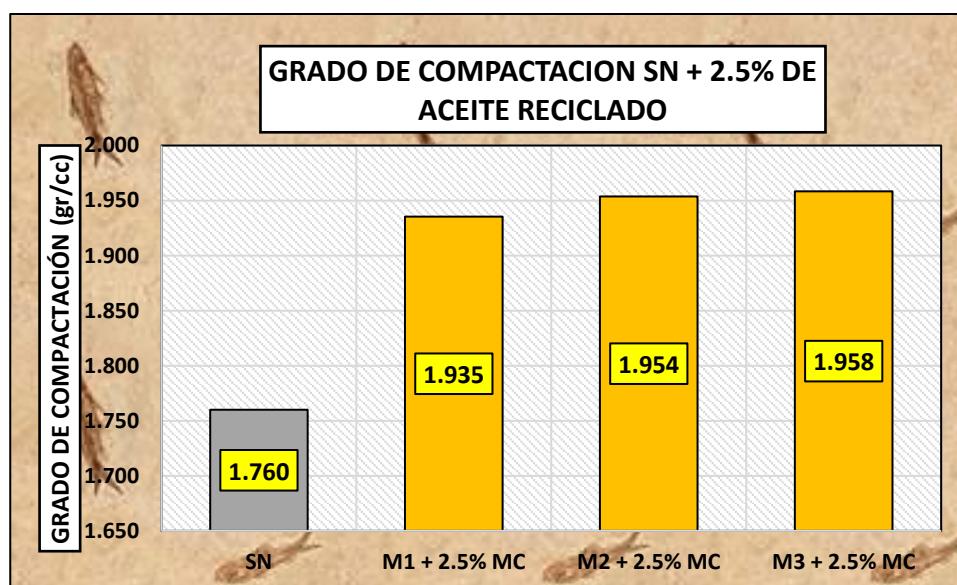
*Grado de compactación de SN + 2.5% de melaza de caña*

Grado de Compactación – SN + 2.5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	MDS (gr/cc)	Media (gr/cc)	Variación (%)
SN	1.760	-	-
M1 + 2.5% MC	1.935		
M2 + 2.5% MC	1.954	1.949	11%
M3 + 2.5% MC	1.958		

En la tabla se exhibe el GC de la muestra más 2,5% de melaza de caña, con una media de 1.949 g/cc y un aumento del nivel de compactación del 11%.

**Figura 33**

*Grado de compactación de SN + 2.5% de melaza de caña*



Se denota el GC del del suelo con la inclusión de MC, en el que se observa un aumento del 11% del GC con la inclusión de 2.5% de melaza de caña.

### 4.3.2. Nivel de Compactación de SN + 5% de Melaza de caña

Se observa datos adquiridos del CG con la inclusión de 5% melaza de caña.

**Tabla 22**

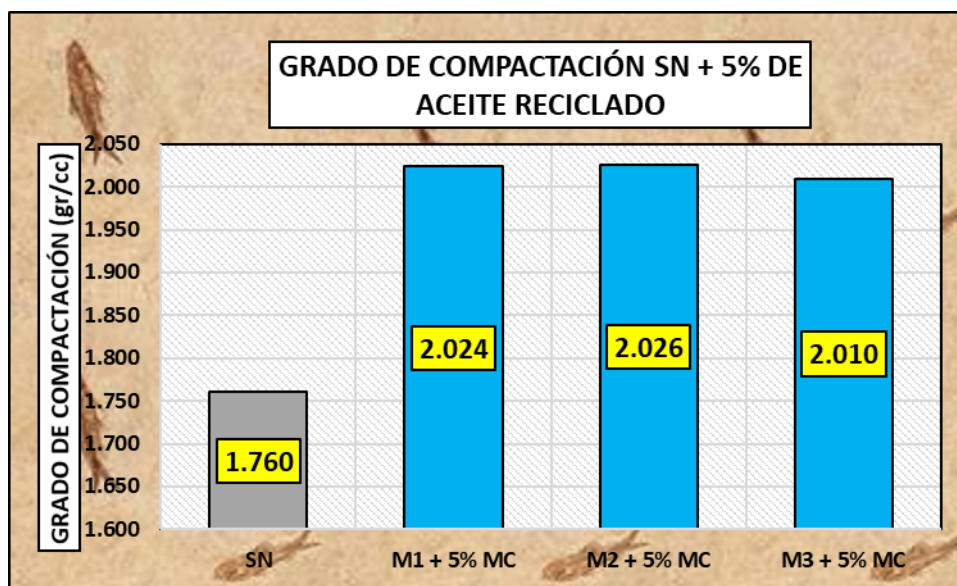
*Compactación de SN + 5% de MC*

SN + 5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	MDS...(gr/cc)	Media...(gr/cc)	Variación...(%)
S.N.	1.760	-	-
M/1 + 5% MC	2.024		
M/2 + 5% MC	2.026	2.020	15%
M/3 + 5% MC	2.010		

Se denota el GC del espécimen más un 5% de melaza de caña, con un promedio de 2.020 g/cc y un aumento del 15% en el nivel de compactación.

**Figura 34**

*Compactación de SN + 5% de melaza de caña*



El gráfico muestra el GC del SN luego de incluir melaza de caña de azúcar, demostrando una mejoría del 15% en el nivel de compactación con una aplicación del 5%.

### 4.3.3. Nivel de Compactación de SN + 7.5% de melaza de caña

Se presentan los datos adquiridos del GC, tras añadir un 7,5% de melaza de caña.

**Tabla 23**

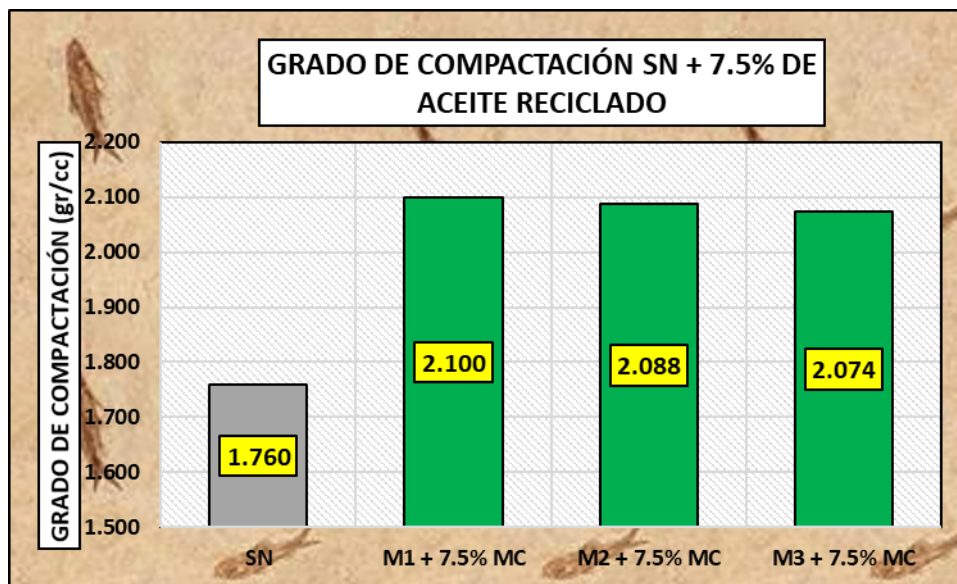
*Grados de compactación de SN + 7.5% de melaza de caña*

Grado de Compactación – SN + 7.5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	MDS (gr/cc)	Media (gr/cc)	Variación (%)
SN	1.760	-	-
M1 + 7.5% MC	2.100		
M2 + 7.5% MC	2.088	2.087	19%
M3 + 7.5% MC	2.074		

La muestra GC +7,5% de melaza de caña se muestra en la tabla junto con un aumento del 19% en el grado de compactación y una media de 2.087 g/cc.

**Figura 35**

*Grado de compactación de SN + 7.5% de melaza de caña*



El gráfico ilustra el GC del suelo de subrasante natural después de añadir un 7,5% de MC.

Se observa que esto aumentó el grado de compactación en un 19%.

### 4.3.4. Comparativa de los valores Logrados de la MDS

Se muestran datos adquiridos de la MDS alcanzadas con incrementos de humedad cuidadosamente calibrados:

**Tabla 24**

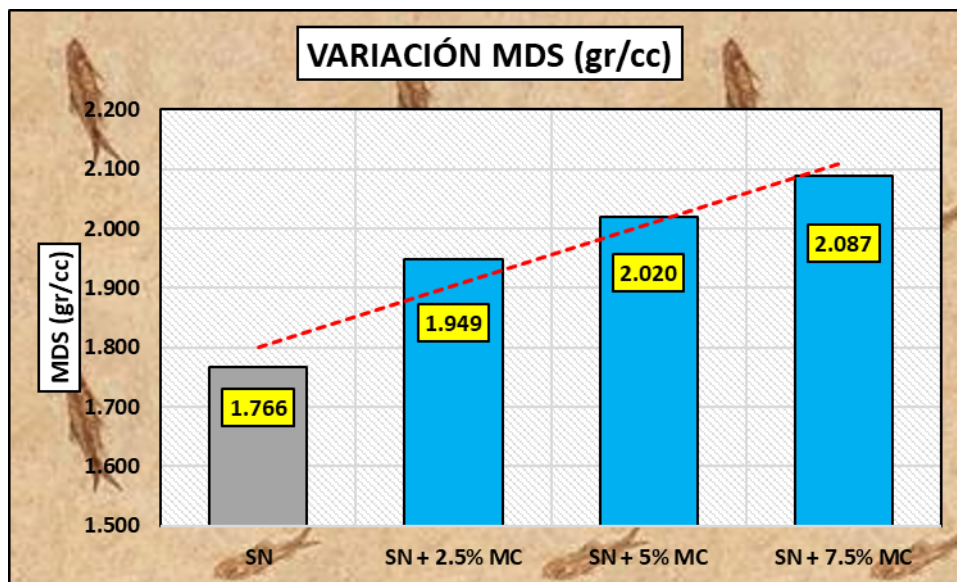
*Comparativos del GC con la inclusión de Melaza de caña*

Variación MDS			
PRUEBAS	OCH (%)	MDS (gr/cc)	Variación (%)
SN	7.87	1.766	-
SN + 2.5% MC	7.36	1.949	10%
SN + 5.0% MC	8.19	2.020	14%
SN + 7.5% MC	9.42	2.087	18%

Las densidades secas máximas (DMS) medias que se alcanzan se muestran en la tabla, donde la DMS aumenta con la inclusión de MC.

**Figura 36**

*Comparativos del grado de compactación*



El gráfico muestra los promedios y las variaciones del MDS tanto para el suelo natural como para las combinaciones con MC. Es evidente que el MDS aumenta un 18% más en el caso de SN + 7,5% de MC.

### 4.3.5. Nivel de Compactación de SN + 2.5% de Aceite reciclado

Se muestra los datos adquiridos del GC, tras añadir un 2,5% de aceite reciclado.

**Tabla 25**

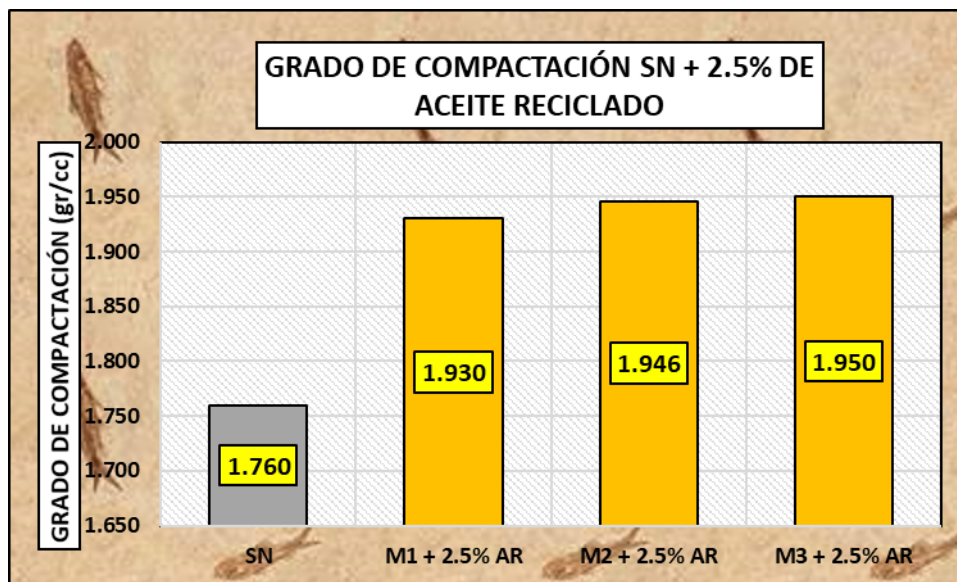
*Compactación de SN + 2.5% de aceite reciclado*

Grado de Compactación – SN + 2.5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	MDS (gr/cc)	Media (gr/cc)	Variación (%)
SN	1.760	-	-
M1 + 2.5% AR	1.930		
M2 + 2.5% AR	1.946	1.942	10%
M3 + 2.5% AR	1.950		

En la tabla se exhibe el GC, de la muestra más un 2,5% de aceite reciclado, alcanzando un promedio de 1.942 g/cc y un aumento de la compactación del 10%.

**Figura 37**

*Compactación de SN + 2.5% de aceite reciclado*



Se ilustra el GC del SN luego de incluir un 2,5% de aceite reciclado, lo que indica un aumento del 10% en la temperatura de compactación.

#### 4.3.6. Nivel de Compactación de SN + 5% de Aceite reciclado

Se denota valores logrados luego de incluir un 5% de aceite reciclado y medir el grado de compactación.

**Tabla 26**

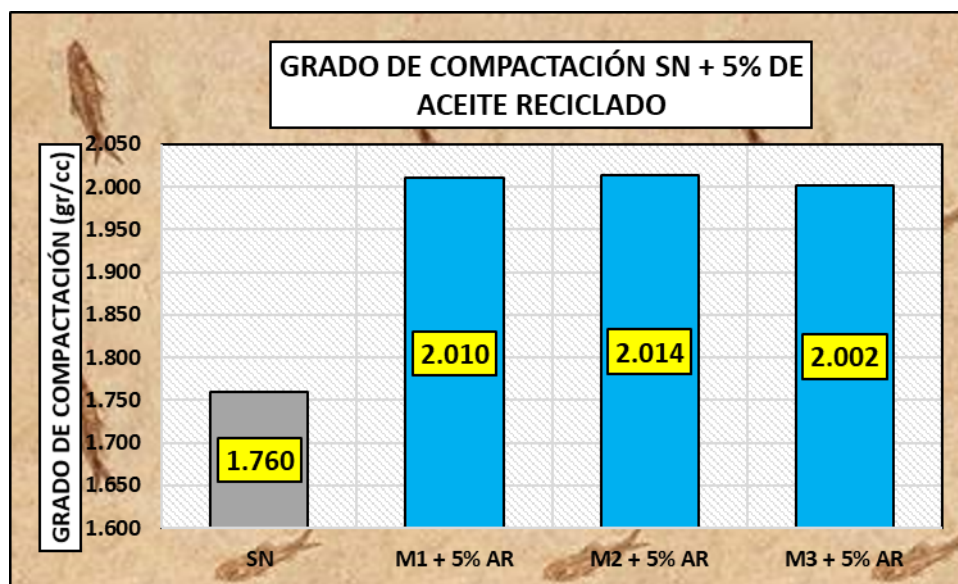
*Compactación de SN + 5% de aceite reciclado*

SN + 5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	MDS...(gr/cc)	Media...(gr/cc)	Variación...(%)
S.N.	1.760	-	-
M/1 + 5% AR	2.010		
M/2 + 5% AR	2.014	2.009	14%
M/3 + 5% AR	2.002		

Se denota el GC del espécimen más el 5% de aceite reciclado, con un promedio de 2.009 g/cc y un progreso del 14% en el nivel de compactación.

**Figura 38**

*Compactación de SN + 5% de aceite reciclado*



El gráfico muestra el GC del SN luego de incluir aceite reciclado, demostrando un aumento del 14% en la compactación con la adición de un 5% de aceite reciclado.

#### 4.3.7. Nivel de Compactación de SN + 7.5% de aceite reciclado

Se denotan valores logrados luego de incluir un 7,5% de aceite reciclado en la prueba de grado de compactación.

**Tabla 27**

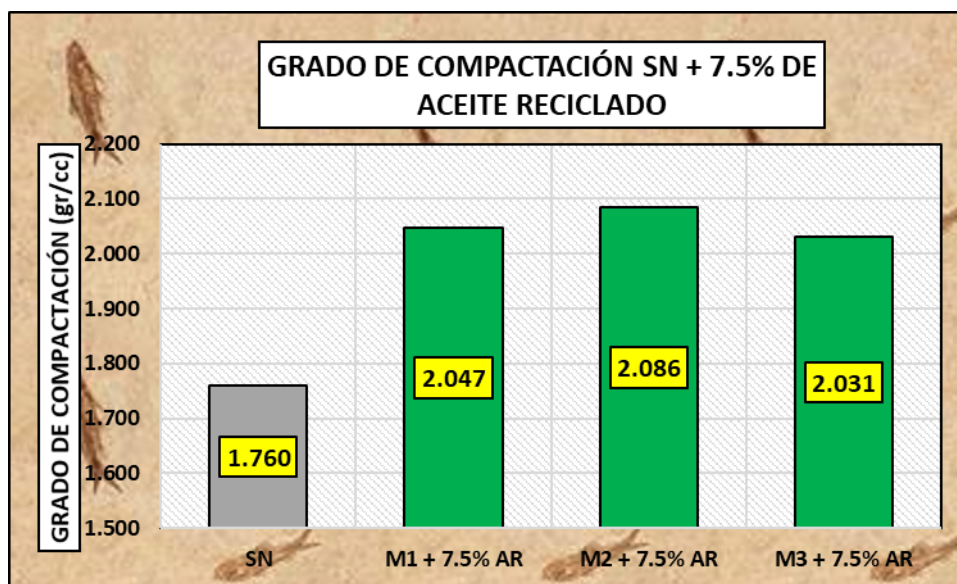
*Compactación de SN + 7.5% de aceite reciclado*

SN + 7.5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	MDS...(gr/cc)	Media...(gr/cc)	Variación...(%)
S.N.	1.760	-	-
M/1 + 7.5% AR	2.047		
M/2 + 7.5% AR	2.086	2.055	17%
M/3 + 7.5% AR	2.031		

Se muestra el GC del espécimen más un 7,5% de aceite reciclado, con un promedio de 2.055 g/cc y un aumento del 17% en el nivel de compactación.

**Figura 39**

*Compactación de SN + 7.5% de aceite reciclado*



El gráfico muestra el GC del SN luego de incluir aceite reciclado, demostrando un aumento del 17% en el nivel de compactación después de aplicar un 7,5% de aceite reciclado.

### 4.3.8. Comparativo de los Valores Logrados de la MDS

Se muestran los datos promedios de las densidades más elevadas alcanzadas con incrementos de humedad cuidadosamente calibrados:

**Tabla 28**

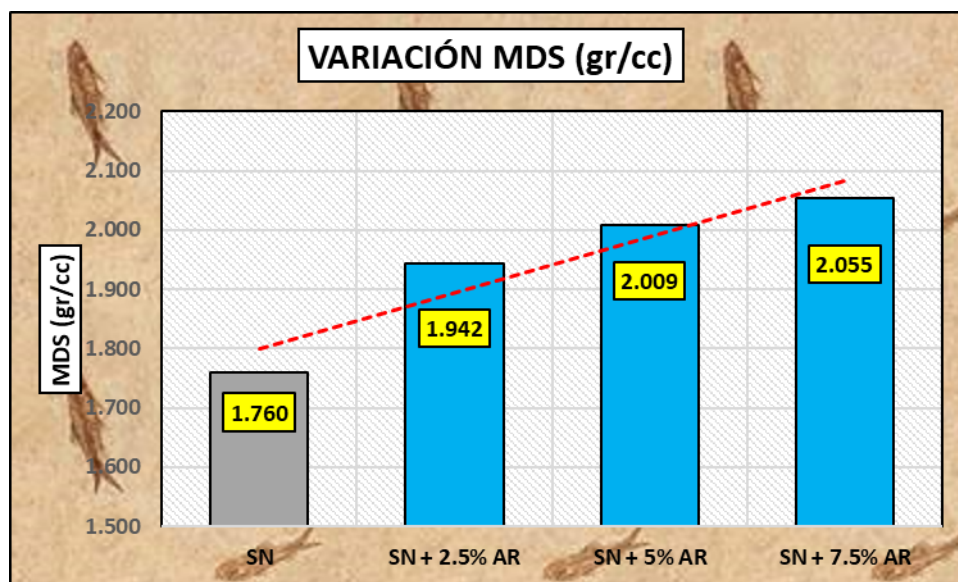
*Comparativo del GC con la integración de Aceite reciclado*

PRUEBAS	Variación MDS		
	OCH... (%)	MDS... (gr/cc)	Variación... (%)
S.N.	8.37	1.760	-
SN + 2.5% AR	7.47	1.942	10%
SN + 5.0% AR	8.24	2.009	14%
SN + 7.5% AR	9.12	2.055	17%

Las densidades máximas en seco (MDS) medias obtenidas se muestran en la tabla. Las MDS aumentan con la adición de aceite reciclado.

**Figura 40**

*Comparativo del grado de compactación*



El gráfico muestra las medias y variaciones del MDS tanto para el suelo natural como para las combinaciones con aceite reciclado. Es evidente que el MDS aumenta un 17% más en el caso de SN + 7,5% de aceite reciclado.

## 4.4. Influencia de melaza de caña y aceite reciclado en la capacidad de soporte CBR

### 4.4.1. CBR de SN + 2.5% de Melaza de caña

Se muestra datos adquiridos del GC después de incluir un 2,5% de melaza de caña.

**Tabla 29**

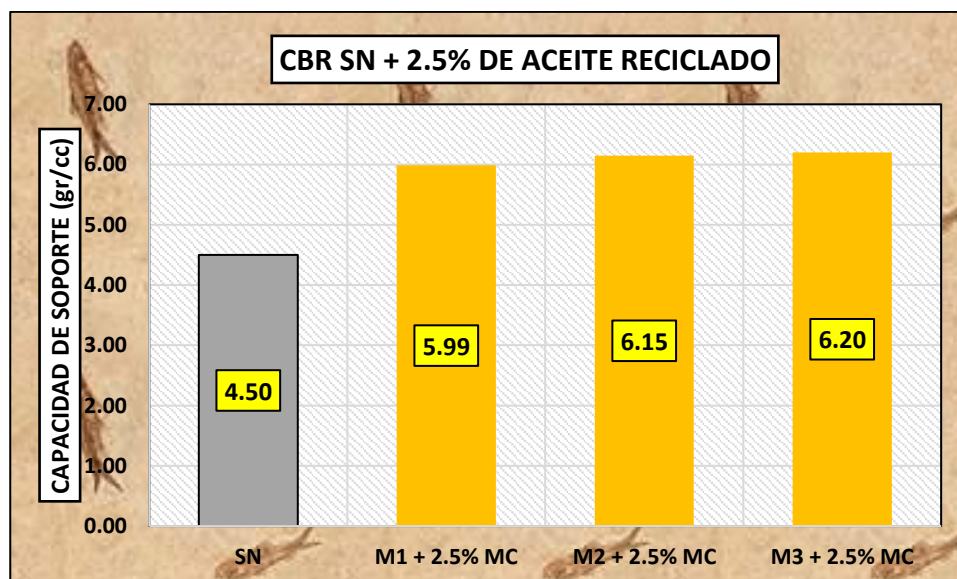
*CBR de SN + 2.5% de melaza de caña*

CBR - 95% MDS – SN + 2.5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	CBR (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	4.50	-	-
M1 + 2.5% MC	5.99		
M2 + 2.5% MC	6.15	6.11	36%
M3 + 2.5% MC	6.20		

El CBR de la muestra más 2,5% de melaza de caña se muestra en la tabla, con un CBR medio de 6,11% al 95% del MDS.

**Figura 41**

*CBR de SN + 2.5% de melaza de caña*



La figura muestra el CBR del Sn luego de incluir un 2,5% de MC. Demuestra un aumento del 36% en la capacidad portante.

### 4.4.2. CBR de SN + 5% de Melaza de caña

Los datos muestran el grado de compactación tras añadir un 5% de melaza de caña.

**Tabla 30**

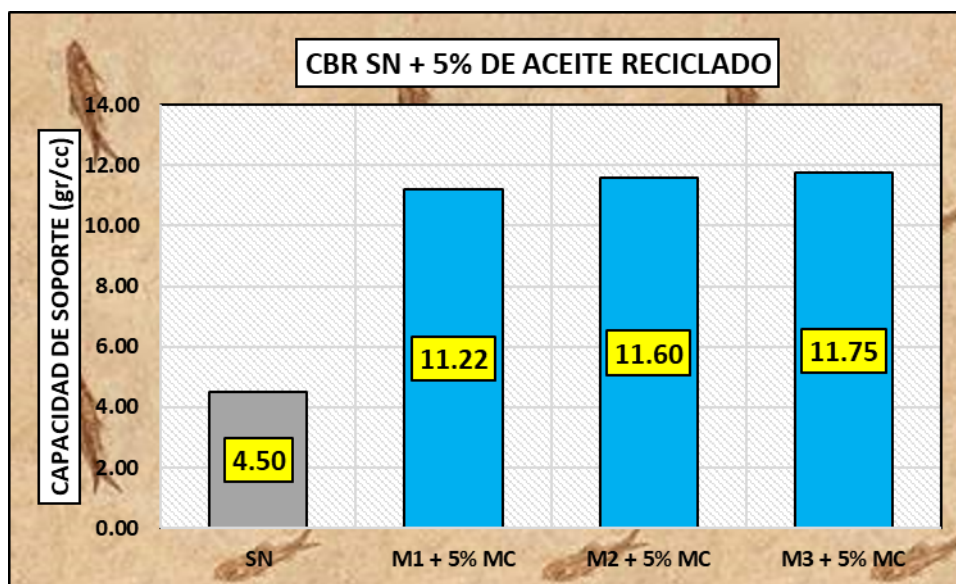
*CBR de SN + 5% de melaza de caña*

CBR - 95% MDS – SN + 5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	CBR (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	4.50	-	-
M1 + 5% MC	11.22		
M2 + 5% MC	11.60	11.52	156%
M3 + 5% MC	11.75		

Se denota un CBR medio del 11,52% al 95% del MDS junto con el CBR de la muestra más un 5% de MC.

**Figura 42**

*CBR de SN + 5% de MC*



La imagen muestra el CBR del suelo nativo después de añadir un 5% de melaza de caña de azúcar. Demuestra un aumento del 156% en la capacidad portante.

### 4.4.3. CBR de SN + 7.5% de Melaza de caña

A continuación, se aprecia los datos adquiridos del GC, tras añadir un 7,5% de melaza de caña.

**Tabla 31**

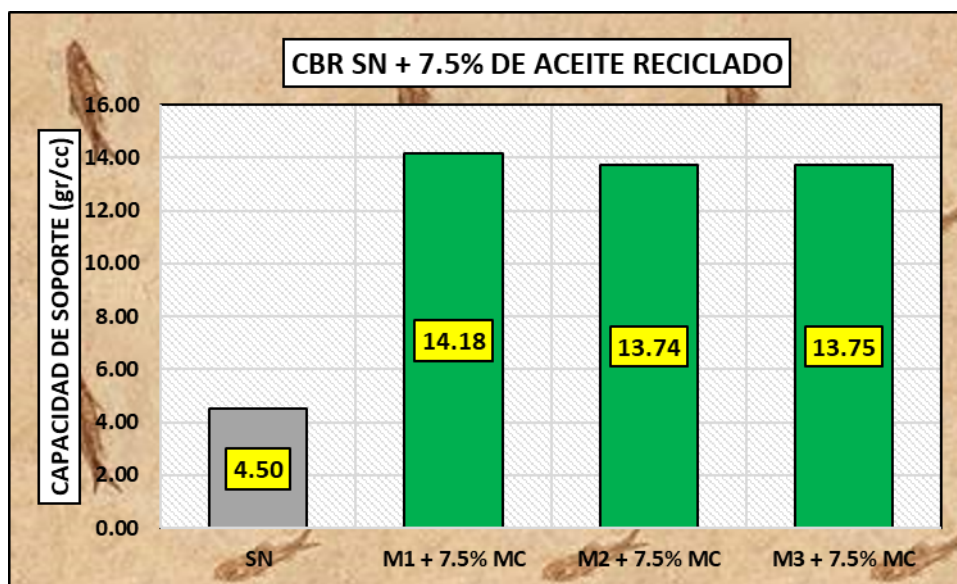
*CBR de SN + 7.5% de melaza de caña*

CBR - 95% MDS – SN + 7.5% de Melaza de Caña			
PRUEBAS	CBR (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	4.50	-	-
M1 + 7.5% MC	14.18		
M2 + 7.5% MC	13.74	13.89	209%
M3 + 7.5% MC	13.75		

En la tabla se muestra un CBR medio de 13,89% al 95% del SDM junto con el CBR de la muestra más 7,5% de MC.

**Figura 43**

*CBR de SN + 7.5% de melaza de caña*



El gráfico ilustra el CBR del SN luego de incluir un 7,5% de MC. Demuestra un aumento del 209% en la capacidad portante.

#### 4.4.4. Comparativo de los Resultados Adquiridos del CBR

Se presentan los datos logrados sobre la incorporación de MC y cómo incidió al CBR:

**Tabla 32**

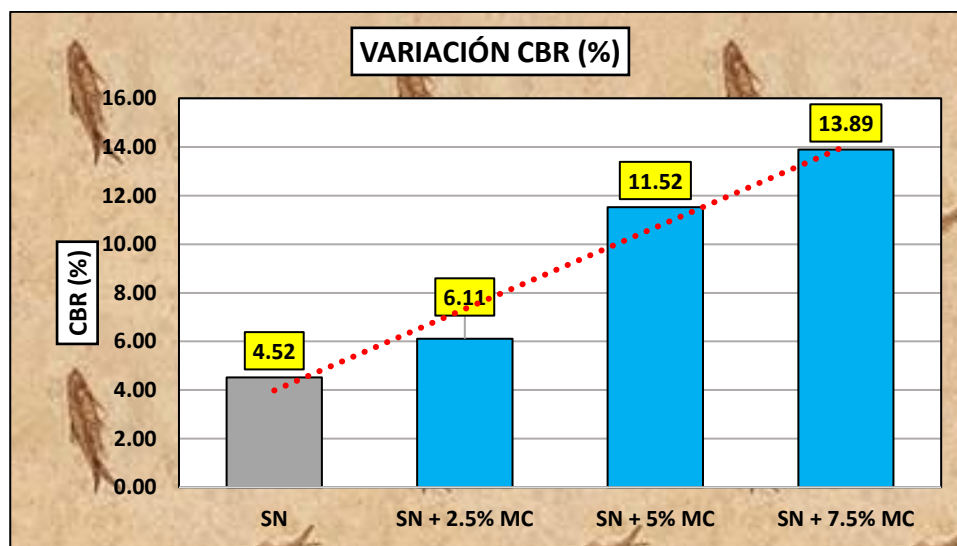
*Comparativo de CBR con la integración de MC*

PRUEBAS	Variación IP	
	CBR 95%...MDS	Variación... (%)
SN	4.52	-
SN + 2.5% MC	6.11	35%
SN + 5.0% MC	11.52	155%
SN + 7.5% MC	13.89	207%

La tabla muestra el CBR medio tanto del suelo natural como de las mezclas con melaza de caña de azúcar.

**Figura 44**

*Comparativos del CBR*



El cambio en el CBR entre el suelo y las mezclas con MC de azúcar se representa en la figura. Es evidente que la mezcla de 7,5% de MC y SN conduce a un mayor aumento del CBR de 207% al 95% del SDM.

### 4.4.5. CBR de SN + 2.5% de Aceite reciclado

Se observa datos adquiridos sobre el grado de compactación tras añadir un 2,5% de aceite reciclado.

**Tabla 33**

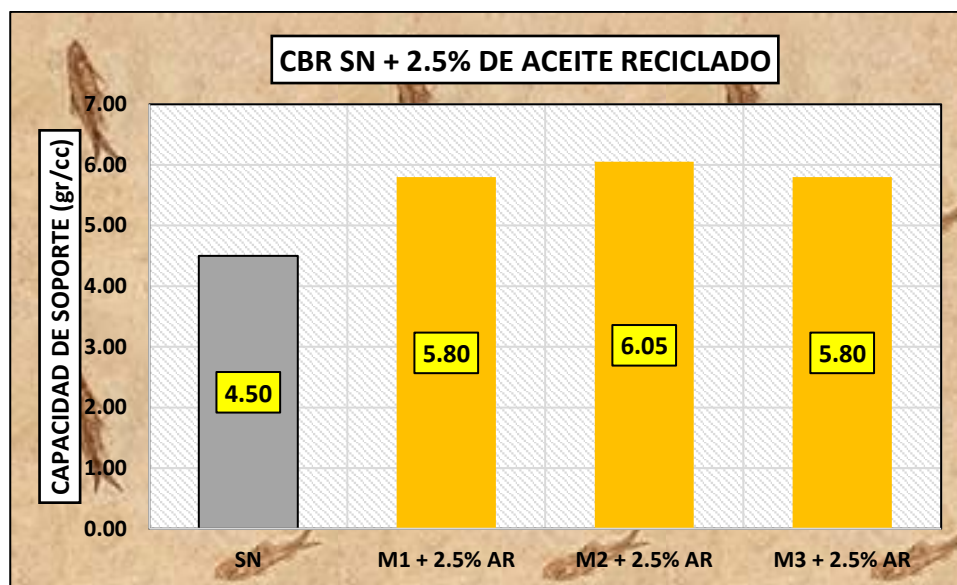
*CBR de SN + 2.5% de aceite reciclado*

CBR - 95% MDS – SN + 2.5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	CBR (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	4.50	-	-
M1 + 2.5% AR	5.80		
M2 + 2.5% AR	6.05	5.88	31%
M3 + 2.5% AR	5.80		

Un CBR de 5,88% al 95% del MDS es el CBR medio que aparece en la tabla, que también incluye el 2,5% de AR de la muestra.

**Figura 45**

*CBR de SN + 2.5% de aceite reciclado*



La imagen muestra el CBR del suelo natural después de incluir un 2,5% de aceite reciclado.

Demuestra un aumento del 31% en la capacidad portante.

### 4.4.6. CBR de SN + 5% de Aceite reciclado

Se muestran datos adquiridos de añadir un 5% de aceite reciclado y medir la compactación.

**Tabla 34**

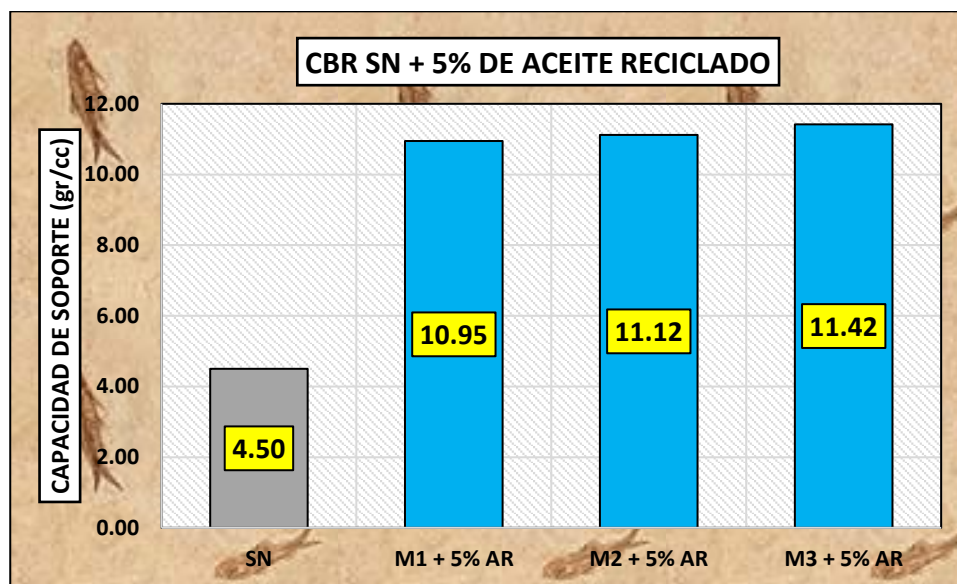
*CBR de SN + 5% de aceite reciclado*

CBR - 95% MDS – SN + 5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	CBR... (%)	Media... (%)	Variación... (%)
S.N.	4.50	-	-
M/1 + 5% AR	10.95		
M/2 + 5% AR	11.12	11.16	148%
M/3 + 5% AR	11.42		

Con un CBR del 11,16% al 95% del MDS, el CBR de la muestra más el 5% de AR se observan en la tabla.

**Figura 46**

*CBR de SN + 5% de aceite reciclado*



La figura muestra el CBR del Sn luego de incluir aceite reciclado; con la integración de un 5% de AR aumenta la capacidad portante en un 148%.

### 4.4.7. CBR de SN + 7.5% de Aceite Reciclado

Se muestran los datos obtenidos sobre el grado de compactación tras añadir un 7,5% de aceite reciclado.

**Tabla 35**

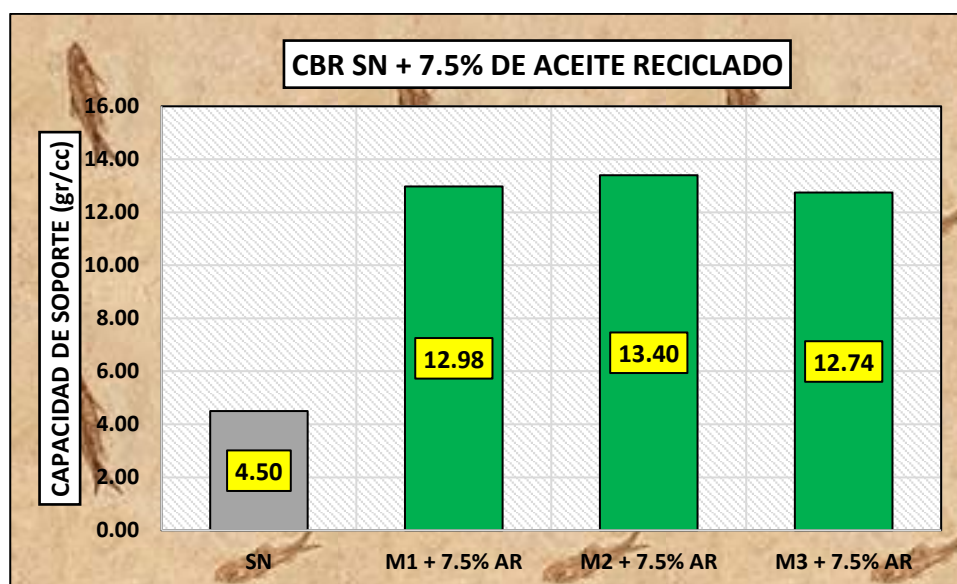
*CBR de SN + 7.5% de aceite reciclado*

CBR al 95% MDS – SN + 7.5% de Aceite Reciclado			
PRUEBAS	CBR (%)	Media (%)	Variación (%)
SN	4.50	-	-
M1 + 7.5% AR	12.98		
M2 + 7.5% AR	13.40	13.04	190%
M3 + 7.5% AR	12.74		

El CBR de la muestra más el 7,5% de aceite reciclado se muestran en la tabla, con un CBR medio del 13,04% al 95% del MDS.

**Figura 47**

*CBR de SN + 7.5% de ceniza de tusa de maíz*



El gráfico ilustra el CBR del SN luego de incluir un 7,5% de aceite reciclado. Demuestra un aumento del 190% en la capacidad portante.

#### 4.4.8. Comparación de los Resultados Adquiridos del CBR

Se muestran datos adquiridos del uso de aceite reciclado y cómo incidió al CBR:

**Tabla 36**

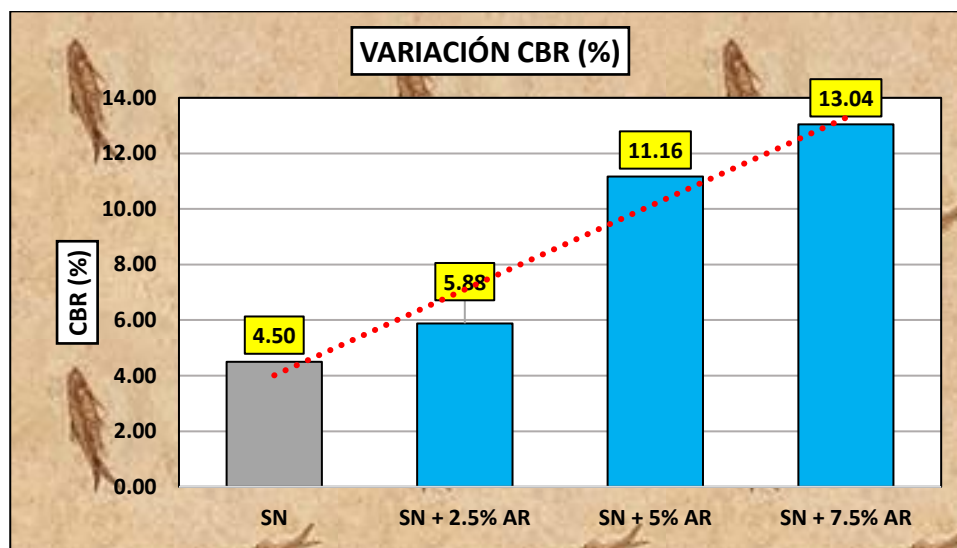
*Comparativo de CBR con la integración de Aceite reciclado*

PRUEBAS	Variación IP	
	CBR 95%MDS	Variación (%)
SN	4.50	-
SN + 2.5% AR	5.88	31%
SN + 5.0% AR	11.16	148%
SN + 7.5% AR	13.04	190%

En la tabla que exhibe el CBR medio de las combinaciones de suelo natural y aceite reciclado se observa una tendencia a elevarse hasta cierto punto.

**Figura 48**

*Comparativo del CBR*



La diferencia en el CBR entre el suelo natural y las combinaciones con aceite reciclado se representa en la imagen. Es evidente que la combinación de SN + 7,5% de aceite reciclado da lugar a un mayor incremento del CBR del 190% al 95% del MDS.

### 4.4.9. Comparativo General de las propiedades con la adición de MC

Se presenta un resumen de los atributos examinados con la inclusión de MC, para el CBR, grado de compactación e índice de plasticidad.

**Tabla 37**

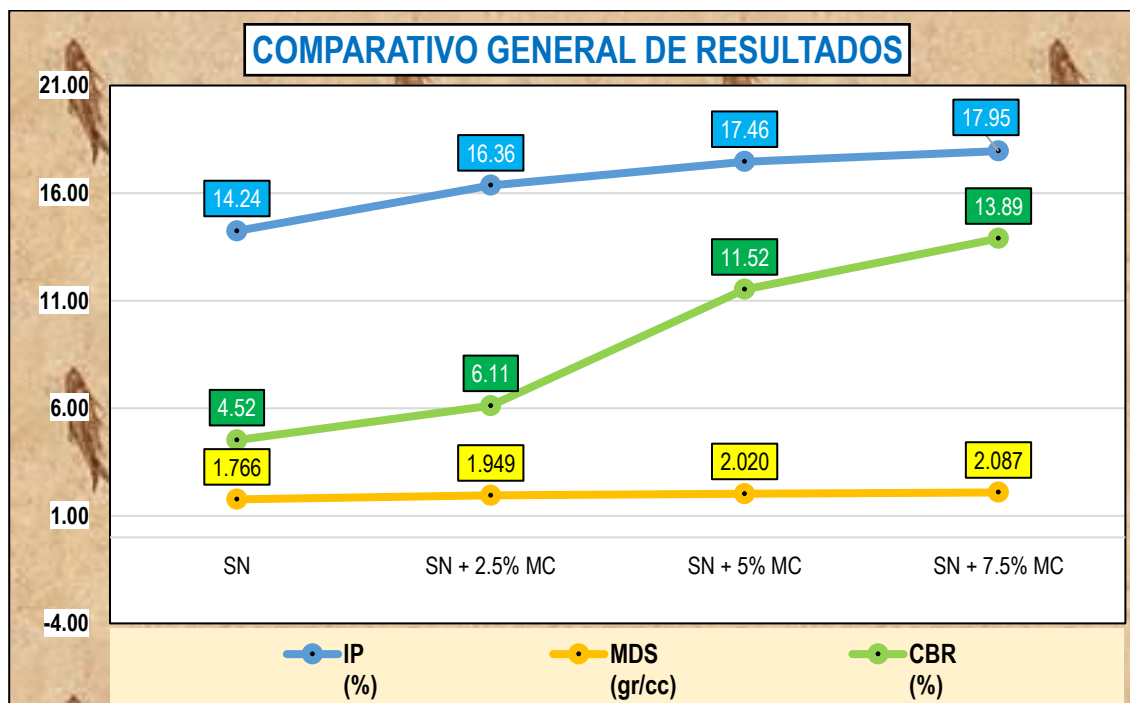
*Cuadro General*

Resumen general			
PRUEBAS	IP (%)	MDS (gr/cc)	CBR (%)
SN	14.24	1.766	4.52
SN + 2.5% MC	16.36	1.949	6.11
SN + 5.0% MC	17.46	2.020	11.52
SN + 7.5% MC	17.95	2.087	13.89

Con respecto a cada propiedad tratada, la tabla exhibe los valores medios de las propiedades que se evaluaron además de la inclusión de MC.

**Figura 49**

*Comparativo generale de estudios realizados*



En la imagen se observa que la proporción óptima de suelo natural y melaza de caña de azúcar es del 7,5% y se ilustran las principales fluctuaciones del IP (IP), el grado de compactación (MDS) y la capacidad portante (CBR).

### 4.4.10. Comparativo general de las propiedades con la adición de AR

Se ofrece las características examinadas con la incorporación de AR, para el CBR, el grado de compactación e índice de plasticidad.

**Tabla 38**

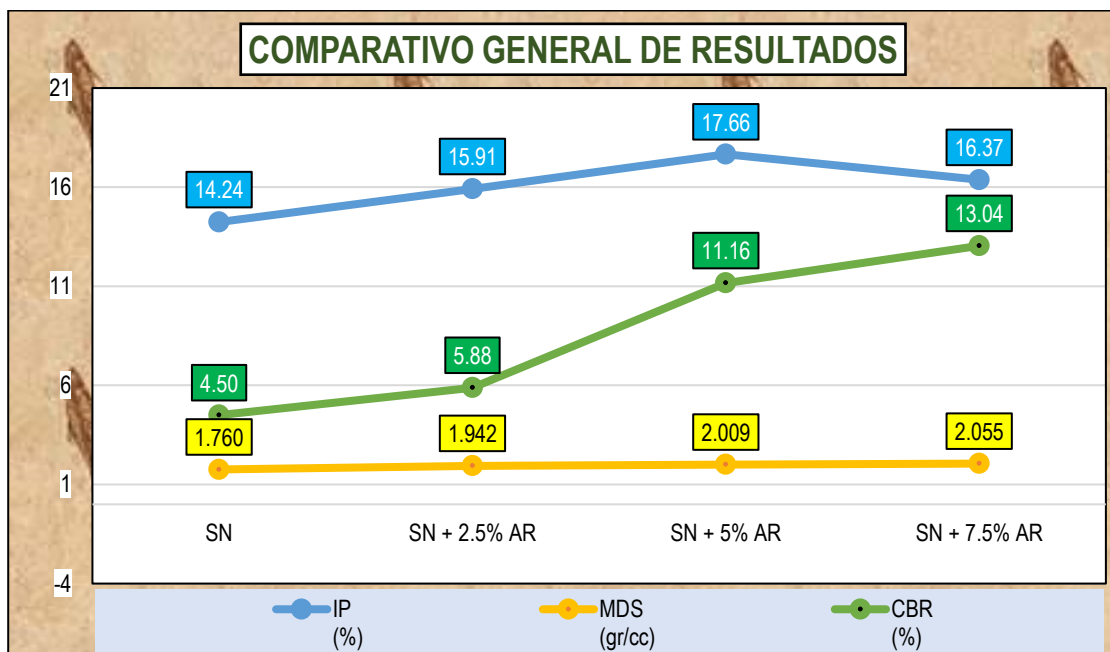
*Resumen general de resultados*

Resultados Generales de las Propiedades			
PRUEBAS	IP (%)	MDS (gr/cc)	CBR (%)
SN	14.24	1.760	4.50
SN + 2.5% AR	15.91	1.942	5.88
SN + 5.0% AR	17.66	2.009	11.16
SN + 7.5% AR	16.37	2.055	13.04

La tabla exhibe los valores medios de las calidades investigadas tras la adición de aceite reciclado, variando los valores favorables en función de la propiedad tratada.

**Figura 50**

*Resultados Generales de las pruebas realizadas*



La proporción óptima de suelo natural y aceite reciclado es del 7,5%, como indica la imagen, que también muestra fluctuaciones generales en el (PI), el grado de compactación (MDS) y la capacidad portante (CBR).

#### 4.5. Discusión de Resultados

Seguidamente, examinaremos los datos adquiridos en el actual estudio y los compararemos con los indicados en los antecedentes, con el fin de analizar y debatir estos resultados.

**Primera,** La presente investigación arrojó un índice de plasticidad medio de 14.24% para el suelo. La MDS fue de 1.760 gr/cc, con un OCH de 8.37%. Además, la capacidad portante CBR media se determinó en 4,50% al 95% del MDS. A nivel nacional, (Tuscano, 2020), proporciona información sobre el IP, la MDS, el contenido de humedad y la capacidad portante CBR de un suelo natural, que es del 1,77% al 95% del MDS, con una MDS de 1,817 gr/cm<sup>3</sup>.

**Segunda,** El presente estudio examinó el impacto de diferentes concentraciones (2.5%, 5% y 7.5%) de MC, En cuanto al IP del suelo en la subrasante de la carretera, los resultados indicaron un índice de plasticidad de 6.36%, 17.46% y 17.95% para las respectivas concentraciones. A nivel nacional (Angeles & Chacon, 2021), indica que un suelo natural con la inclusión del 2%, 5% y 10% de melaza de caña obtuvo un índice de plasticidad de 5.97%, 4.06% y NP, por lo tanto, tiene un mayor incremento de plasticidad con la adición del 2% de melaza de caña.

**Tercera,** El presente estudio examinó el impacto de diferentes concentraciones (2.5%, 5% y 7.5%) de melaza de caña y aceite reciclado en el nivel de compactación del suelo usado en la subrasante de carreteras. La investigación con la adición de melaza de caña arrojó densidades máximas en seco de 1.949 gr/cc, 2,020 gr/cc y 2,087 gr/cc, junto con el OCH de 7.36%, 8,19% y 9.42%, respectivamente, con la adición de aceite reciclado arrojó densidades máximas en seco de 1.942 gr/cc, 2,009 gr/cc y 2,055 gr/cc, junto con los correspondientes contenidos óptimos de humedad de 7,47%, 8,24% y 9,12%. A nivel nacional (Angeles & Chacon, 2021), en el ensayo de MDS con la adición del 2%, 5% y 10% de melaza de caña se obtuvo como resultado MDS de 2.19 gr/cm<sup>3</sup>, 2.20 gr/cm<sup>3</sup> y 2.24 gr/cm<sup>3</sup>, con OCH de 7.80%, 6.20% y 8.315.00%, todos respectivamente.



**Cuarta,** El estudio examinó los efectos de variar las concentraciones de melaza de caña de azúcar y aceite reciclado (2,5%, 5% y 7,5%) en el suelo de la subrasante de la avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca. La incorporación de melaza de caña a las capacidades portantes CBR resultó en 6,11%, 11,52% y 13,89% para las concentraciones correspondientes, según los resultados. La adición de aceite reciclado a las capacidades portantes CBR al 95% del MDS dio lugar a 5,88%, 11,16% y 13,04% para las concentraciones correspondientes. A nivel nacional (Angeles & Chacon, 2021), Tras añadir melaza a la muestra, los valores de CBR para la muestra estándar y las dosis de 2%, 5% y 10% son los siguientes (compactación al 95%) 54,28%, 72,16%, 92,36% y 61,65%, consecutivamente. De acuerdo con la NTP 339.145 y el MTC Suelos y Pavimentos (2014), la subrasante se calificó como excelente ya que se encontraba dentro del rango del 10%. La dosis tuvo un impacto benéfico sobre la subrasante. El CBR del suelo en su forma natural fue de 3,05%. De la misma manera según (Tuscano, 2020), se realizaron tres ensayos con porcentajes variables del 2%, 4% y 6% para evaluar la estabilidad de la subrasante utilizando aceites lubricantes reciclados. Los resultados fueron positivos para estabilizar la subrasante. El CBR alcanzó su máximo cuando se añadió un 4% de aceite lubricante reciclado, es decir, un 8,51%. Todo está en el nivel del 95% que exigen los requisitos para carreteras con poco volumen de tráfico.



## CONCLUSIONES

**Primera**, se determinó que el suelo natural de la subrasante de la avenida Andrés Avelino Cáceres en Juliaca presenta un IP promedio del 14.24%, una MDS de 1.760 gr/cc, un OCH del 8.37% y una capacidad portante de CBR del 95% de MDS de 4.50%. Se considera que este resultado de CBR es aceptable, ya que cumple con los parámetros requeridos.

**Segunda**, Se puede concluir que el IP de un suelo natural es de 14.24%. Al comparar los resultados del SN con la inclusión de melaza de caña en diferentes proporciones (2.5%, 5% y 7.5%), se observó un incremento del 15%, 23% y 26% respectivamente en comparación al suelo natural. Asimismo, al añadir aceite reciclado en diferentes cantidades (2.5%, 5% y 7.5%), se obtuvo un incremento del 12%, 24% y 15%, en comparación al índice de plasticidad de un suelo natural. Por lo tanto, podemos concluir que ambas adiciones resultaron ser beneficiosas para mejorar las propiedades del suelo.

**Tercera**, Se puede concluir que al compactar la subrasante de un DN se logró una MDS de 1.760 gr/cc. Según el estudio, al incluir un 2.5%, 5% y 7.5% de melaza de caña al suelo natural, se obtuvieron incrementos del 10%, 14% y 18% consecutivamente en comparación con el SN. Similarmente, al añadir un 2.5%, 5% y 7.5% de aceite reciclado, Comparando los resultados con el suelo natural, se observaron aumentos del 10%, 14% y 17%, respectivamente. Aunque el grado de compactación pareció mejorar con ambas adiciones, al añadir melaza de caña los resultados fueron superiores.

**Cuarta**, En el ensayo de CBR de la subrasante de un SN, se determinó que el CBR al 95% MDS fue de 4.52%. Posteriormente, al agregar 2.5%, 5% y 7.5% de melaza de caña al suelo natural, se obtuvo un aumento del 35%, 155% y 207%, respectivamente. De igual manera, al incorporar 2.5%, 5% y 7.5% de aceite reciclado, se observó un incremento del 31%, 148% y 190% en comparación al suelo natural.



## RECOMENDACIONES

**Primera,** Es aconsejable llevar a cabo una investigación previa para analizar los materiales adicionales como la melaza de caña, el aceite reciclado, la cal, la ceniza de retama vegetal, la ceniza de cáscara de coco, etc., en sus proporciones adecuadas con el fin de lograr resultados óptimos.

**Segunda,** Se recomienda la incorporación de MC, ya que con una adición de porcentaje del 7.5% se tuvo un incremento en el IP del 26% en relación al SN, también previos estudios realizados y así obtener mejores resultados en la evaluación de las propiedades físicas del suelo.

**Tercera,** Se sugiere realizar investigaciones más exhaustivas sobre el suelo para mejorar su calidad mediante la incorporación de materiales reciclados, lo cual impactará de forma favorable en las características del suelo y permitirá ahorrar costos en la construcción de carreteras futuras.

**Cuarto,** Se sugiere utilizar una mezcla de melaza de caña y aceite reciclado, con cantidades óptimas, en el ensayo de CBR 95% MDS, ya que estos materiales de adición tienden a mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, e. L., & salinas, s. E. (2021). Analisis de la estabilizacion de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azucar y cal en el Perú. Trujillo-perú: universidad privada el norte.
- Almonacid, r. I. (2019). Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado viñas, tayacaja, huancavelica. Huancayo-perú: universidad peruana los andes .
- Alvarez, a. (2020). Clasificación de las investigaciones. Facultad de ciencias empresariales y económicas, 1.
- Andaluz, I. R. (2022). Estudio del efecto de la ceniza de cascara de arroz en las propiedades fisico-mecánicas en suelos finos de subrasante. Ambato-ecuador : universidad técnica de ambato.
- Angeles, r. J., & chacon, a. E. (2021). Influencia de la melaza como elemento aglomerante en el cbr (valor de la relación de soporte california) en el cbr (valor de la relación de soporte california) del afirmado para trochas carrozables san Sebastián, cusco 2021. Cusco-perú: universidad continental.
- Apolinarez, t. A. (2018). Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, jauja. Huancayo-perú : universidad peruana los andes.
- Arellan farfan, j. Y. (2021). Diseño estructural del pavimento flexible aplicando la estabilización química con el polímero acrílico de estireno para a subrasante, huarochirí 2021. Huarochirí-peru: universidad cesar vallejo.
- Barrantes, j. (2019). La investigación social: introducción a los métodos y técnicas. Escuela superior de relaciones públicas, ppu.
- Calle llactahuamaní, s. E., & arce huahuachampi, m. G. (2018). Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. Arequipa : universidad nacional de san agustín de arequipa.
- Calle, I. S., & arce, h. M. (2018). Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. Arequipa: universidad nacional de san agustín de arequipa.



- Canaria, p. A., & iván, m. Á. (2020). Estudio de estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de la primavera – vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos. Bogota: universidad distrital francisco jose de caldas.
- Carrasco, s. (2020). Metodología de la investigación científica. Lima: san marcos.
- Castillo, c. J., & patíño, n. M. (2022). Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azucar en la subrasante de la carretera sapillica-naranja, ayabaca - piura. Piura-perú: universidad privada antenor orrego.
- Champi, I. K. (2022). Estabilización de subrasante con adición de ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní en la carretera ic-1110171, ica-2022. Ica.perú: universidad cesar vallejo.
- Chávez, a. (2021). Silicato de sodio para la estabilización de suelos en la trocha la menta km 00+000 - garabato km 1+430 distrito de las lomas-provincia y departamento de piura. Piura: universidad nacional de piura.
- Condo, b. I., & cusco, c. L. (2023). Influencia de la melaza de caña de azucar en la permeabilidad de muestras de suelo arenoso de una subrasante. Riobamba-ecuador: universidad nacional de chimborazo .
- Daramola, t. S. (2021). Experimental study on the geotechnical properties of soils treated with banana leaf ash. New york science journal. Department of civil engineering, obafemi awolowo university, ile-ife, nigeria.
- Escobar, I. J. (2022). Estabilizacion de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera checca-mazocruz, puno - 2022. Lima-perú: universidad cesar vallejo.
- Guzmán montenegro, m. (2019). Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria - 2019. Chiclayo: universidad particular de chiclayo.
- Hernandez, a., ramos, m., placencia, b., indacochea, b., quimis, a., & moreno, I. (2018). Metodologia de la investigacion científica. Manabi: 3ciencias - area de innovacion y desarrollo s.l. Doi:<http://dx.doi.org/10.17993/ccyll.2018.15>
- Hernández, g. A. (2019). Analisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de liberia del municipio de viotá



- cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. Bogotá d. C.: universidad de la salle.
- Ipince, c. H. (2020). Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maiz en la calle 12 del distrito de victor larco herrera, trujillo 2019. Lima-peru: universidad cesar vallejo.
- Mora palacios, s. A. (2020). Comportamiento de los polímeros como agente estabilizante en los suelos para la construcción de cimentaciones. Bogota: universidad católica de colombia,.
- Mtc. (2019). Manual de carreteras: suelo, geología, geotécnia y pavimentos. Lima: ministerio de transportes y comunicaciones.
- Quispe, c., & tarifa, y. W. (2022). Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la av. Circunvalación, tambopata 2022. Lima-perú: universidad cesar vallejo.
- Ramirez, j. I. (2019). Estabilización de suelos de la avenida 2 el caserío de pueblo libre nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, distrito de pueblo libre-huaylas-ancash. Caraz-perú: universidad san pedro.
- Ramirez, r. (2018). Metodologia de la investigación. Lima: san marcos.
- Rimachi, p. I., & sánchez, r. R. (2019). Estabilizacion de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, a nivel de subrasante en el sector de lampanin distrito de CÁCERES del Perú provincia del santa, ancash. . Chimbote-perú: universidad cesar vallejo.
- Rincon, h. L., & cortes, c. A. (2020). Analisis de la resistencia a la compresion inconfnada y cbr de un adirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azucar y cal. Bogotá d.c.: universidad de la salle.
- Rosales, c. F. (2020). Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maiz y cascara de mani, vmt 2019. Lima-perú : universidad cesar vallejo .
- Sánchez, m. J., fernández, m., & diaz, j. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. Scielo, uisrael, 8(1), 113-128.



Solis, q. M. (2022). Incorporación de polímero acrílico de estireno y comportamiento mecánico de la subrasante en la carretera negromayo - espinar 2022. Lima-perú: universidad cesar vallejo.

Vargas, j., & urbano, c. (2021). Metodología y técnicas para investigar: recursos para la elaboración de proyectos, análisis de datos y redacción científica (2° ed., vol. 1). Brujas. Doi:isbn: 979-8595351294

Villnueva, s. D. (2022). La adición del aceite residual automotriz mejora la estabilización de subrasante de la carretera afirmada dv. Chirinos – chirinos,cajamarca, 2021. Lima-perú: universidad ricardo palma.



## ANEXOS



### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar la influencia de la melaza de caña y aceite reciclado sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La influencia de la melaza de caña y aceite reciclado optimizara las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO</p>	<p>Fichas y formatos de campo</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la adición de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el grado de compactación del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar el efecto de la adición de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en el grado de compactación del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar el efecto de la aplicación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables en la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca, serán suelos deficientes e inestables.</p> <p>El efecto de la adición de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables reducirá el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p> <p>La influencia de la incorporación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables incrementará el grado de compactación del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p> <p>El efecto de la aplicación de melaza de caña y aceite reciclado en porcentajes variables mejorará la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la Avenida Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Dimensiones:</b></p> <p><i>Adición de melaza de caña en 2.5%, 5.0% y 7.5%</i></p> <p><i>Adición de aceite reciclado en 2.5%, 5.0% y 7.5%</i></p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES DEL SUELO SUBRASANTE</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p><i>Índice de Plasticidad (IP)</i></p> <p><i>Grado de Compactación (MDS y OCH)</i></p> <p><i>Capacidad de Soporte (CBR)</i></p>	<p>Fichas y formatos de combinación de materiales</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>

## Anexo 2. Panel Fotográfico



**Fotografía 1.** Ensayo de contenido de humedad



**Fotografía 2.** Ensayo de granulometría por tamizado



**Fotografía 3.** Ensayo de limite liquido en muestra de suelo natural



**Fotografía 4.** Ensayo de limite plástico en muestra de suelo natural



**Fotografía 5.** Ensayo de proctor modificado en muestra de suelo natural



**Fotografía 6.** Ensayo de capacidad de soporte CBR en muestra de suelo natural



## Anexo 3. Certificados de Control de Calidad de Laboratorio



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BVELINDO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JUJUYA

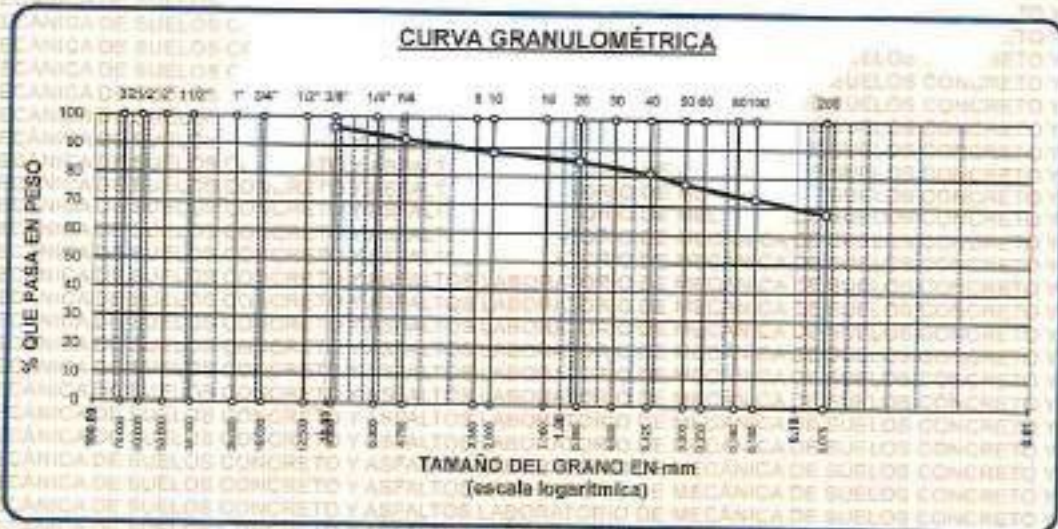
**SOLICITANTE:** BASHI LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA

**LUGAR:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JUJUYA

**MUESTRA:** CALÍSCA 01

**FECHA:** MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECF.	TAMANO MAXIMO
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 2500.00
2"	50.000						P.L.= 807.45
1 1/2"	38.100						P.P.= 1992.55
1"	25.000						N.W.= 7.70
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						LL.= 24.50
3/8"	9.500	82.50	3.98	3.98	96.02		LP.= 11.38
1/4"	6.300						LP.= 13.11
No4	4.750	98.45	3.94	7.92	92.06		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	107.26	4.29	11.81	88.19		D30= — Cc= —
No16	1.180						
No20	0.850	70.28	2.81	14.62	85.38		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						LG =
No40	0.425	100.66	4.03	18.65	81.35		
No50	0.300	91.59	3.66	22.31	77.69		SUCS : ML
No60	0.250						ASBTHO :
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.150	126.47	5.06	27.37	72.63		
No200	0.075	123.21	4.93	32.30	67.70		
BASE		1992.55	87.70	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA							



LABORATORIO M.S.C.A. - INVESTIGACION

ING. *[Signature]*

CIP 143257



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO**

INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BUELMO CACERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE**

Señ: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA

**LUGAR**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS UANCV - JULIACA

**MUESTRA**

CALIGATA 1

**FECHA**

MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	234.63
SUELO SECO + TARRO	gr	202.12
PESO DEL TARRO	gr	55.28
PESO DEL AGUA	gr	32.51
PESO DEL SUELO SECO	gr	146.84
HUMEDAD %	%	22.14

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 - D-4318 AASHTO - T90

**LÍMITE LIQUIDO**

TARRO N°		C	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.23	36.10
SUELO SECO + TARRO	gr	30.47	32.67
PESO DEL TARRO	gr	18.12	19.14
PESO DEL AGUA	gr	4.78	3.43
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.35	13.53
HUMEDAD %	%	38.84	25.35
N° DE GOLPES		22	22

**LÍMITE PLÁSTICO**

E	G
13.40	13.59
12.50	12.86
7.95	8.63
0.90	0.69
4.52	4.33
19.91	14.55

**LÍMITE LIQUIDO %** : 31.46      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 17.23

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 14.23

$$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Mtro. Fernando Juan Torres  
RIP 003297



UNIVERSIDAD ANDINA JOSÉ GREGORIO HERNÁNDEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBSISTANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BELLINI CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

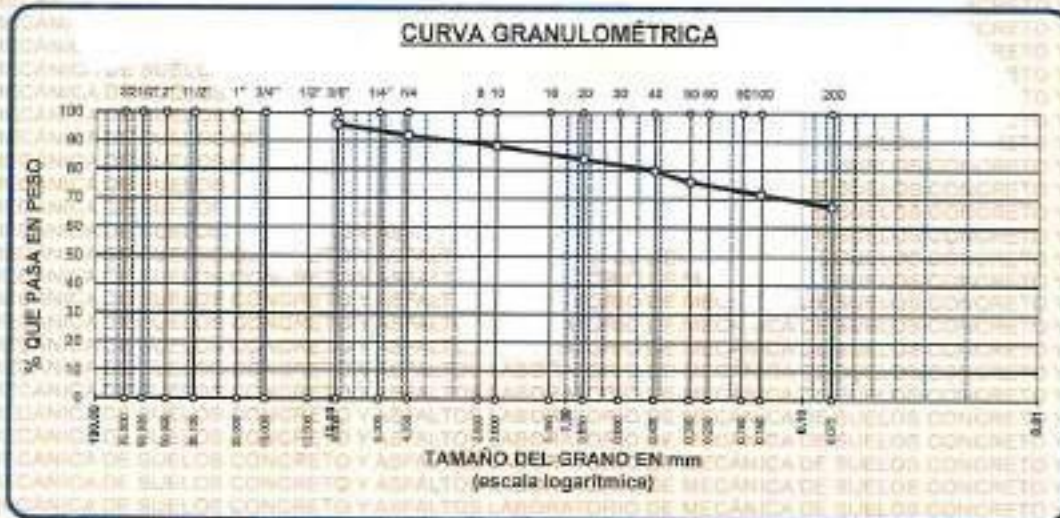
**SOLICITANTE:** Dña. DIZ CLARITA GARCIA MAGUERA

**LUGAR:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**MUESTRA:** CALICATA 2

**FECHA:** MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO
3"	75.000						<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b> P.L.= 2500.00 P.L.= 818.55 P.P.= 1681.45 N.W.= 21.84 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b> L.L.= 31.40 L.P.= 17.14 I.P.= 14.26 <b>CARACT. GRANULOMÉTRICAS:</b> D10= — Cu= — D30= — Co= — D60= — <b>CLASIFICACIÓN:</b> LG = : <b>SUCS :</b> CL <b>ASSTHO :</b> <b>OBSERVACIONES:</b>
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	38.100						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500	104.64	4.18	4.18	95.82		
1/4"	6.300						
No4	4.750	87.36	3.89	8.08	91.92		
No8	2.360						
No10	2.000	88.12	3.58	11.64	88.38		
No18	1.180						
No20	0.850	114.23	4.67	16.21	83.79		
No30	0.600						
No40	0.425	96.12	3.82	20.13	79.87		
No 60	0.300	95.91	3.81	23.95	76.06		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	110.32	4.41	28.36	71.64		
No200	0.075	109.56	4.35	32.74	67.26		
BASE		1681.45	57.26	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		67.26					



UNIVERSIDAD ANDINA JOSÉ GREGORIO HERNÁNDEZ  
F.C.P. DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Jorge Armando Yana Torres  
C.I. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PROYECTO

INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE GUARANTE DE LA AVENIDA AMORES AVELINO CACERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

### SOLICITANTE

SR. LUC CLARITA GARCIA MAQUERA

### LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS UANCV - JULIACA

### MUESTRA

CAJICATA 2

### FECHA

MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	241.63
SUELO SECO + TARRO	gr	207.84
PESO DEL TARRO	gr	53.15
PESO DEL AGUA	gr	33.79
PESO DEL SUELO SECO	gr	154.69
HUMEDAD %	%	21.84

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		C	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.72	34.24
SUELO SECO + TARRO	gr	33.34	29.19
PESO DEL TARRO	gr	17.56	18.82
PESO DEL AGUA	gr	2.39	5.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.78	10.37
HUMEDAD %	%	15.08	48.70
N° DE GOLPES		22	22

#### LÍMITE PLÁSTICO

E	G
15.12	14.55
14.57	13.40
9.37	8.55
0.66	1.15
5.20	4.85
10.58	29.71

LÍMITE LÍQUIDO %	:	31.40	LÍMITE PLÁSTICO %	:	17.14
------------------	---	-------	-------------------	---	-------

ÍNDICE PLÁSTICO %	:	14.26
-------------------	---	-------

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 $W_n$  = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes



INGENIERO INVESTIGADOR  
 IFC - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
 Lic. Alfredo 1000 Torres  
 CIP 100297



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

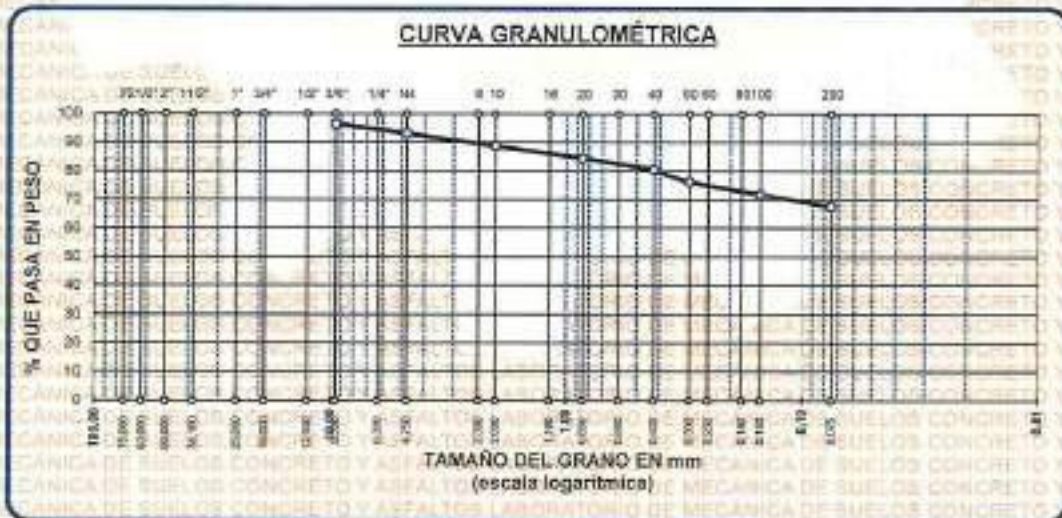
**SOLICITANTE:** BRUNO CLARITA GARCÍA MAQUERA

**LUGAR:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV- JULIACA

**MUESTRA:** CALICATA 3

**FECHA:** MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA P.L.= 2500.00 P.L.= 811.18 P.P.= 1689.81 % W= 22.29
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						LIMITE DE CONSISTENCIA: LL= 31.22 LP= 17.14 IP= 14.08
1 1/2"	38.100						
1"	25.000						CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= — Cu= — D30= — Cc= — D60= —
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						CLASIFICACION; I.G. =
3/8"	9.500	88.56	3.54	3.54	96.46		
1/4"	6.300						SUCS : CL ASSTHO :
No4	4.750	83.42	3.54	6.88	93.12		
No8	2.360						OBSERVACIONES:
No10	2.000	108.96	4.36	11.24	88.76		
No15	1.180						
No20	0.850	106.21	4.25	15.49	84.51		
No30	0.600						
No40	0.425	99.36	3.97	19.46	80.54		
No50	0.300	106.25	4.25	23.71	76.29		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	112.55	4.60	28.21	71.79		
No200	0.075	105.87	4.23	32.45	67.55		
BASE		1689.81	67.55	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD NACIONAL VÍCTOR CÁCERES VELÁZQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO** INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE CENIZA Y ACEITE REICICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUHIRAMANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA.

**SOLICITANTE** DR. LIZ CLARITA GARCÍA MADUERA

**LUGAR** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**MUESTRA** CALICATA 3

**FECHA** MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	230.48
SUELO SECO + TARRO	gr	188.17
PESO DEL TARRO	gr	59.44
PESO DEL AGUA	gr	31.28
PESO DEL SUELO SECO	gr	136.73
HUMEDAD %	%	22.39

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	G	H	H	I	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.61	34.23	13.19	13.24
SUELO SECO + TARRO	gr	31.73	30.25	12.24	12.65
PESO DEL TARRO	gr	19.53	20.29	7.48	8.05
PESO DEL AGUA	gr	2.75	3.98	0.95	0.65
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.20	9.96	4.78	4.54
HUMEDAD %	%	22.79	39.95	19.95	14.32
N° DE GOLPES		24	24		
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>	<b>:</b>	<b>31.22</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO % :</b>	<b>17.14</b>	
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>	<b>:</b>	<b>14.08</b>			

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 $W_n$  = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD NACIONAL VÍCTOR CÁCERES VELÁZQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

*[Firma]*  
Miguel Ángel Rodríguez Torres  
INGENIERO CIVIL





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



**PROYECTO** INFLUENCIA DE LA MELAJA DE CENIZA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BELLINI CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA.

**SOLICITANTE** RAEL LUZ CLARITA GARCIA WAQUERA

**LUGAR** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA.

**MUESTRA** CALICATA 4

**FECHA** MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	224.32
SUELO SECO + TARRO	gr	191.34
PESO DEL TARRO	gr	38.85
PESO DEL AGUA	gr	32.88
PESO DEL SUELO SECO	gr	152.49
HUMEDAD %	%	21.63

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	I	J	J	K
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.34	33.33	13.91
SUELO SECO + TARRO	gr	30.26	30.24	12.15
PESO DEL TARRO	gr	18.62	20.90	7.40
PESO DEL AGUA	gr	3.09	3.08	1.48
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.73	9.34	4.75
HUMEDAD %	%	28.80	33.08	30.74
N° DE GOLPES		28	28	3.22
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>		<b>31.37</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO % :</b>	<b>18.98</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>		<b>14.39</b>		

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Dnde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = A Número de Golpes

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS  
 UANCV - JULIACA  
 Ing. Arnoldo Insa Jarray  
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

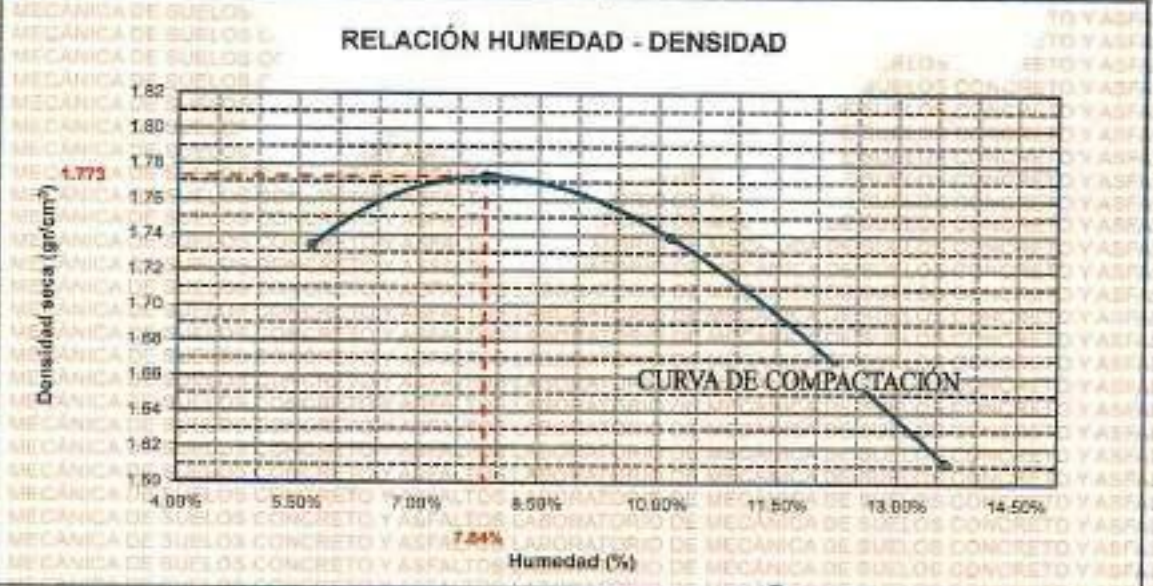
TESIS	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRAGANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	Barr-L02-CLARITA GARCIA MAQUERA		
UBICACIÓN	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES - CIUDAD DE JULIACA		
PROGRESIVA	KM 0+000 - MARGEN DERECHO		
MUESTRA	CALICATA 1		
FECHA	MAYO DEL 2024		

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2185 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	55 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	9538	10010	10014	9838
Peso del Molde	gr	5982	5082	5982	5982
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	3856	4028	4032	3854
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.932	1.814	1.915	1.831

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr	420.82	429.01	438.10	438.78	430.54	429.78	408.70	385.61
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	400.83	391.74	413.01	389.96	398.19	376.88	368.80	360.42
Peso del Agua	gr	19.77	17.87	24.99	28.78	32.35	32.90	48.90	23.10
Peso de la Capsula	gr	64.75	64.38	63.43	64.63	60.68	65.65	65.61	66.26
Peso del Suelo Seco	gr	330.12	327.36	350.08	325.33	337.51	311.09	299.99	289.96
% de Humedad	%	5.88%	5.46%	7.00%	8.86%	9.76%	10.54%	17.10%	10.07%
Promedio de Humedad	%	5.87%		7.94%		10.15%		13.61%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.734		1.773		1.739		1.612	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.773 gr/cm <sup>3</sup>
MEDANIL	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	7.84%



*[Firma manuscrita]*

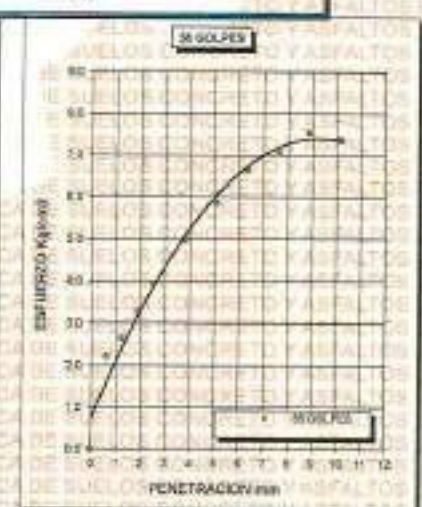
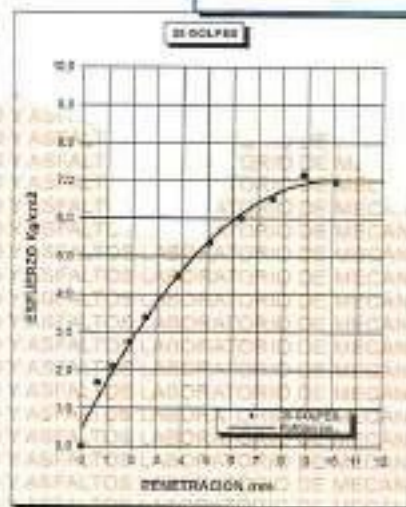
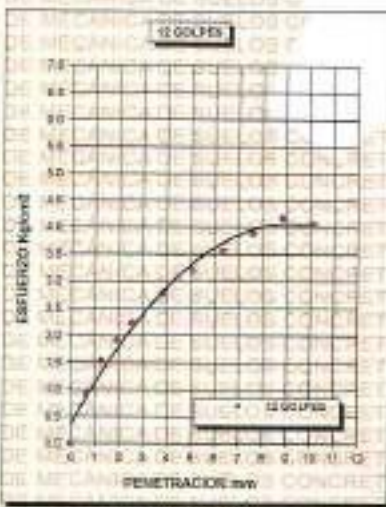
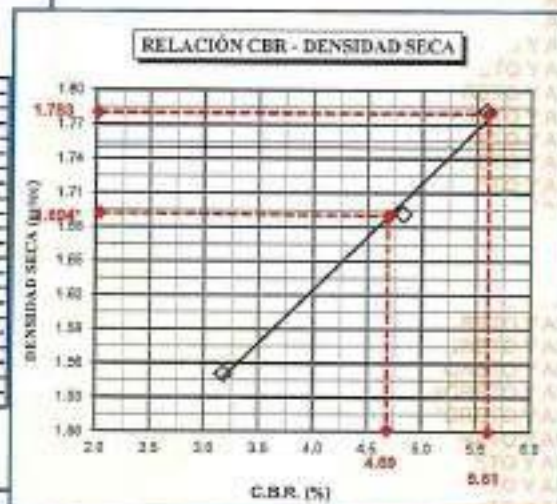
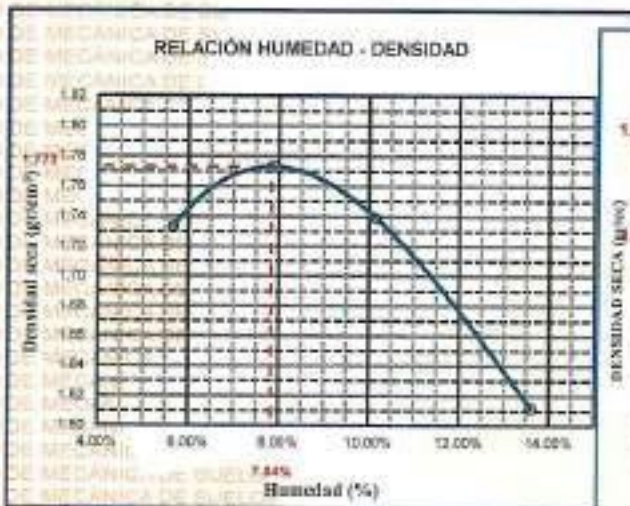
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA MIZAJA DE CAÑA Y ACEITE RECIKLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.773 HUMEDAD OPTIMA (%) : 7.84% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 5.61 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.61
UBICACIÓN :	AV. ANDRES AVELINO CÁCERES - CIUDAD DE JULIACA	CLASIFICACIÓN : CI AASHTO : A-2
PROGRESIVA :	KM 0+900 -MARGEN DERECHO	EMBEBIDO : 4 DIAS
	SUELO NATURAL - CALICATA - M1	
FECHA :	MAYO DEL 2024	



ENCARGADA DE INVESTIGACIÓN  
REP. CAP. INGENIERÍA CIVIL

*[Firma]*

Mari-Ángela Vera Torres  
CUI 300257

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

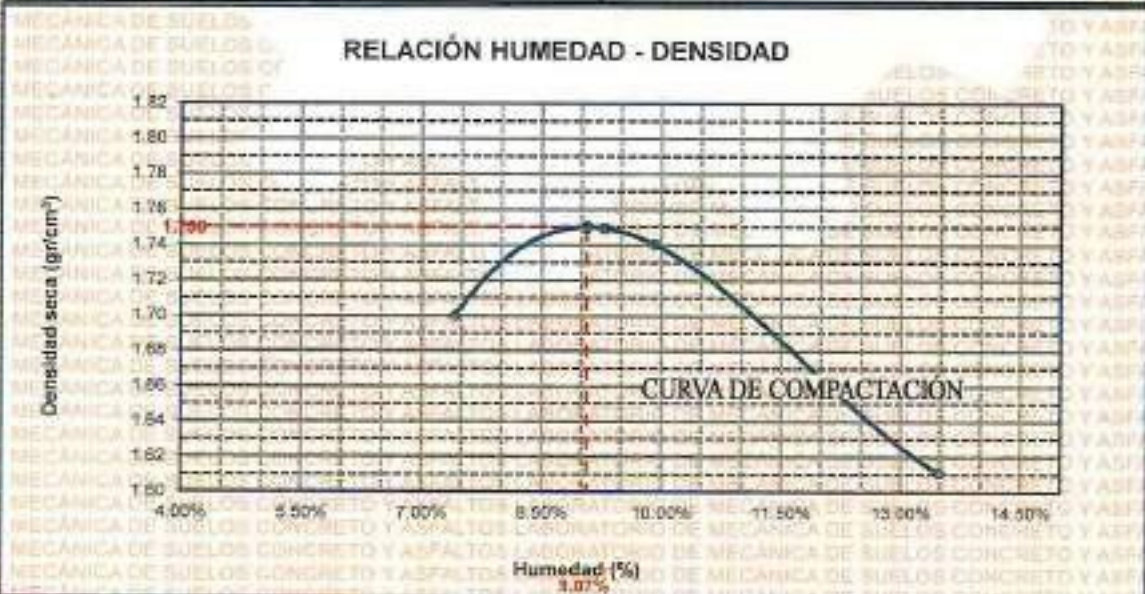
<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. LUZ OLARITA GARCÍA MAQUERA
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES
<b>PROGRESIVA</b>	: KM 01+000 - MARGEN DERECHO
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 2
<b>FECHA</b>	: MAYO DEL 2024

<b>MOLDE No</b>	: 1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	: 2106 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	: 5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	: 56 golpes

<b>Peso Suelo Húmedo + Molde</b>	gr	9828	10008	10008	9830
<b>Peso del Molde</b>	gr	5982	5982	5982	5982
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup>	3844	4024	4026	3848
<b>Densidad del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.826	1.912	1.913	1.828

Capítulo No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Húmedo + Capsula</b>	gr	419.23	406.20	417.72	417.53	428.71	418.46	405.26	394.34
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr	388.33	380.10	404.38	389.08	399.85	376.58	306.14	385.84
<b>Peso del Agua</b>	gr	18.80	28.10	32.36	28.47	29.76	32.90	48.12	-9.00
<b>Peso de la Capsula</b>	gr	84.72	84.37	85.42	84.84	86.07	86.89	86.80	88.58
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr	334.61	315.73	349.96	326.42	333.28	310.68	289.34	299.79
<b>% de Humedad</b>	%	5.80%	8.80%	9.78%	8.78%	8.93%	10.91%	16.82%	10.04%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	7.42%		9.28%		9.92%		13.48%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.700		1.748		1.740		1.611	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 1.750 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 9.07%



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

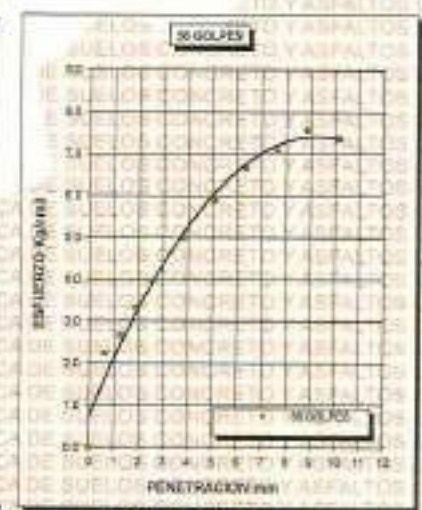
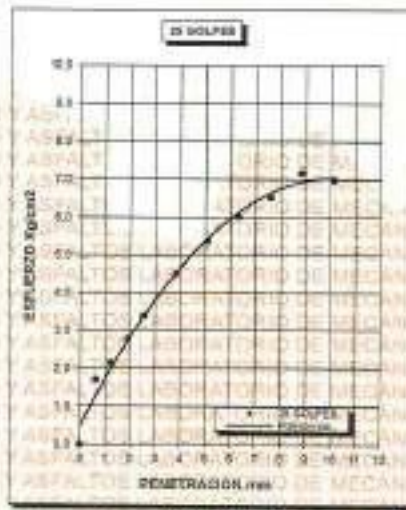
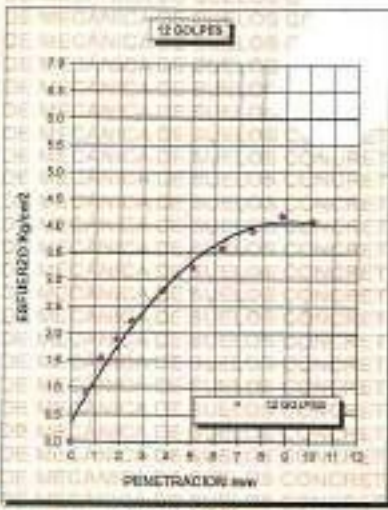
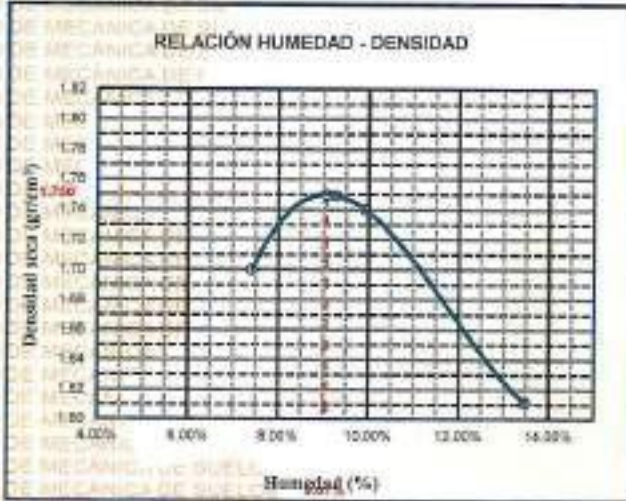
Ing. Arnoldo Yaya Torres  
CIP 163297



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>PROYECTO :</b> INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUMIRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITADO :</b> Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):</b> 1.750
<b>UBICACIÓN :</b> AV. ANDRES AVELINO CÁCERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%):</b> 9.07%
<b>PROGRESIVA :</b> KM 01+000 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%):</b> 5.57
<b>MUESTRA :</b> SUELO NATURAL - CALICATA 2	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%):</b> 4.29
<b>FECHA :</b> MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b> CL
	<b>AASHTO :</b> A-2
	<b>EMBEBIDO :</b> 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Firma manuscrita]*

LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA  
M.Sc. INGENIERA CIVIL  
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

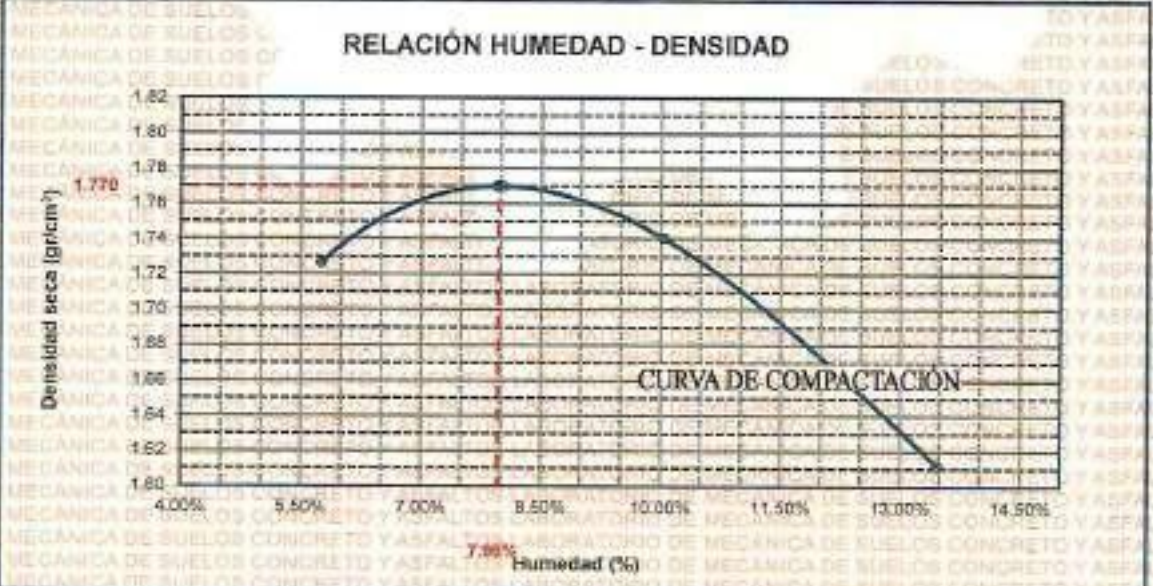
TESIS	: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECLICADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA
UBICACIÓN	: AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES
PROGRESIVA	: KM 01+505 - MARGEN DERECHO
MUESTRA	: CALICATA 3
FECHA	: MAYO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2105 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 58 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8625	10008	10013	9832
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	3843	4024	4031	3850
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.828	1.912	1.918	1.829

Capsula No	No	8UP.	8INF.	8UP.	8INF.	8UP.	8INF.	8UP.	8INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	419.26	408.65	437.73	417.70	429.95	425.69	423.46	384.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	399.06	390.81	412.91	398.24	397.58	378.73	395.33	355.86
Peso del Agua	gr.	20.20	17.84	24.82	20.46	32.40	21.93	49.13	28.54
Peso de la Capsula	gr.	64.70	64.96	63.48	64.53	66.93	65.93	66.74	66.67
Peso del Suelo Seco	gr.	334.36	325.43	349.43	334.61	330.65	310.80	299.59	289.50
% de Humedad	%	6.04%	5.47%	7.25%	6.77%	9.79%	10.27%	16.51%	10.02%
Promedio de Humedad	%	5.76%		6.93%		10.03%		13.48%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.726		1.778		1.740		1.612	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.770 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 7.96%



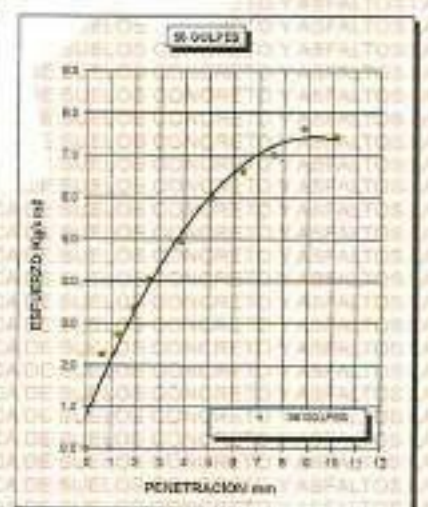
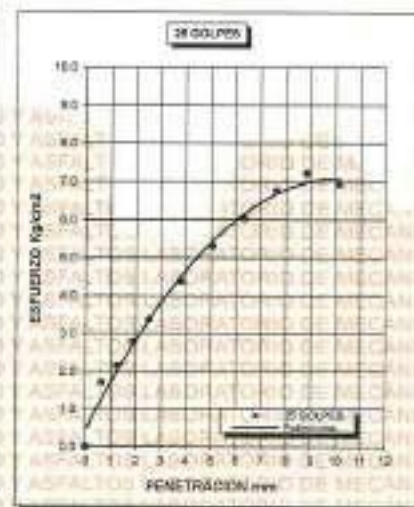
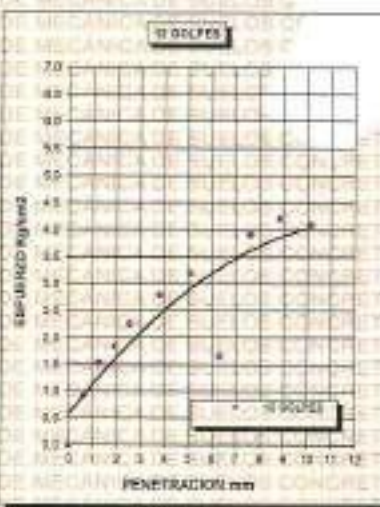
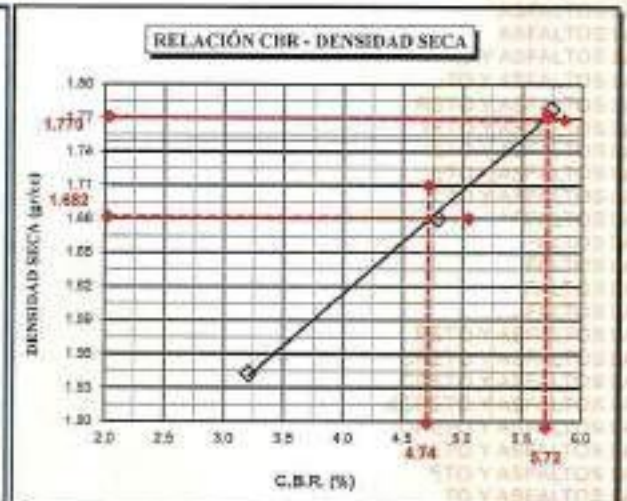
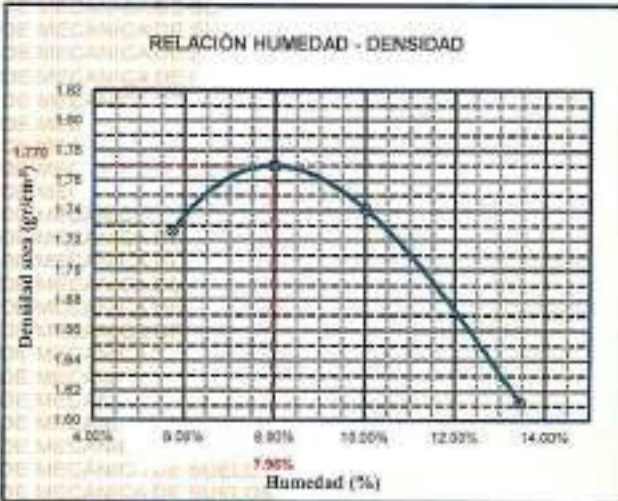
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Julio Andrés Izumi Jorjey  
CMI 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>PROYECTO :</b>	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y CACIOTE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITADO :</b>	Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 1.770
<b>UBICACIÓN :</b>	AV. ANDRES AVELINO CÁCERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 7.96%
<b>PROGRESIVA :</b>	KM 01+500 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 5.72
<b>MUESTRA :</b>	SUELO NATURAL - CALICATA 3	<b>CBR AL 95 DE M.D.S. (%)</b> 4.74
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b> CL
		<b>AASHTO :</b> A-2
		<b>EMBEBIDO :</b> 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
Miguel Ángel Torres  
CIP: 1032213



REF: 0006 - 00787044



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**TESIS** : INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : Bach. LEZ-CARITA GARCIA MAQUERA

**UBICACIÓN** : AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES

**PROGRESIVA** : KM 02+000 - MARGEN DERECHO

**MUESTRA** : CALICATA 4

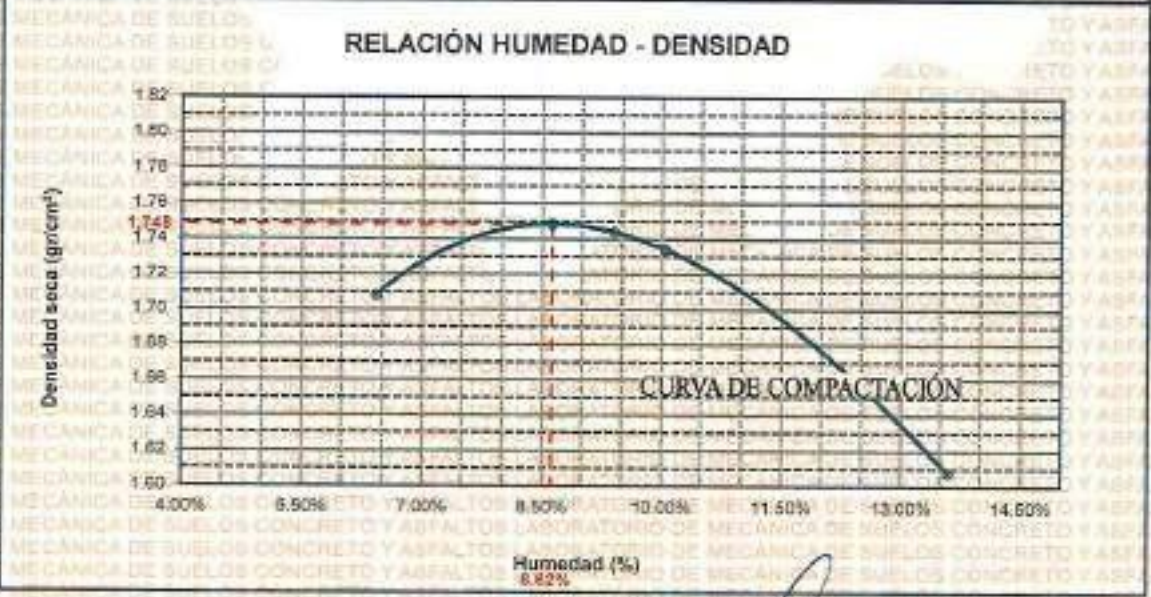
**FECHA** : MAYO DEL 2024

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2105 cm3
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	55 golpes

	gr.	9908	9998	9999	9028
Peso Suelo Humedo + Molde					
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Humedo	gr/cm3.	3526	4018	4017	3844
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.818	1.908	1.808	1.829

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	415.66	404.83	433.79	413.73	425.45	434.44	431.52	393.35
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	395.08	383.34	424.21	391.60	399.72	372.58	352.72	351.28
Peso del Agua	gr.	20.48	21.19	29.54	22.09	25.73	21.88	48.80	29.10
Peso de la Capsula	gr.	64.89	64.58	68.89	64.88	65.23	65.43	65.35	66.42
Peso del Suelo Seco	gr.	330.39	318.79	349.26	316.78	327.47	307.68	287.37	284.86
% de Humedad	%	6.20%	6.58%	6.88%	10.13%	8.69%	10.38%	15.38%	10.22%
Promedio de Humedad	%	6.42%		8.40%		10.04%		13.60%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.708		1.744		1.734		1.688	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.748 gr/cm3
<b>MECANISM.</b>	MODIFICADO "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	8.82%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
Mtro. STANLEY YANIS EDWARDS  
CIP: 1433297

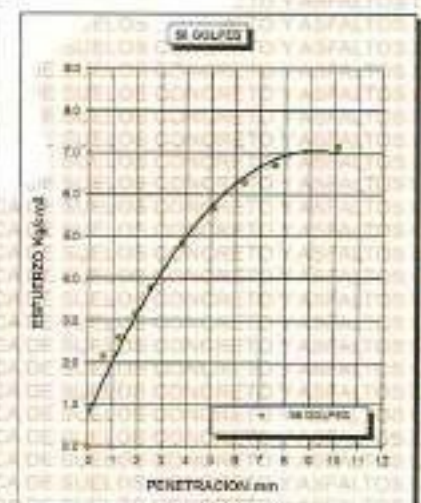
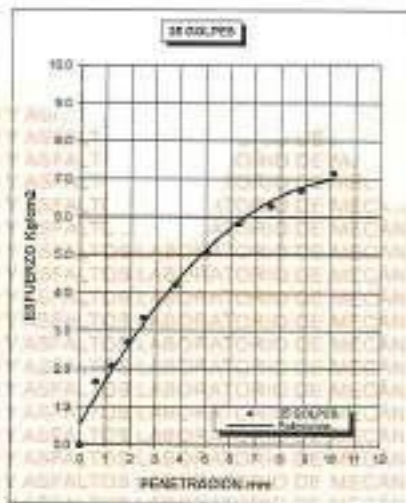
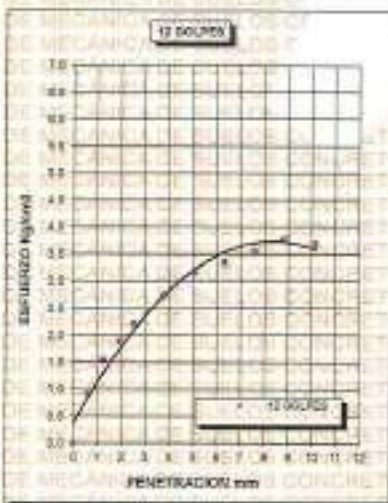
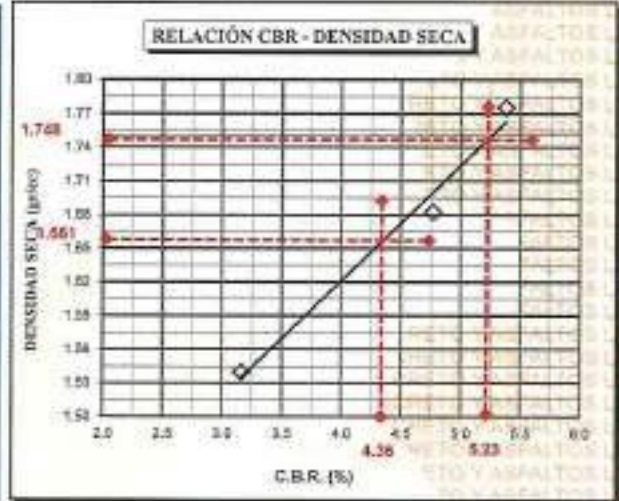
815-8088-0222811



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>PROYECTO :</b>	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITADO :</b>	Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 1.748
<b>UBICACION :</b>	AV. ANDRES AVELINO CACERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 8.62%
<b>PROGRESIVA :</b>	KM 02+000 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 5.23
<b>MUESTRA :</b>	SUELO NATURAL - CALICATA 4	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 4.36
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b> CL
		<b>AASHTO :</b> A-2
		<b>EMBEDIDO :</b> 4 DIAS



M.S.C.A. P. (Peru)
   
 Luz Clarita García Maquera
   
 Ing. Civil
   
 CIP 193257

RIE-0008-000007641



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRES AVELINO CACERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE:** MSc. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA

**LUGAR:** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**MUESTRA:** MUESTRA 1 + 2.2% DE MELAZA DE CAÑA

**FECHA:** MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	239.66
SUELO SECO + TARRO	gr	208.77
PESO DEL TARRO	gr	55.31
PESO DEL AGUA	gr	29.89
PESO DEL SUELO SECO	gr	153.46
HUMEDAD %	%	17.52

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARRO N°		A	B	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.86	35.15	14.10	14.23
SUELO SECO + TARRO	gr	31.19	31.34	13.24	13.38
PESO DEL TARRO	gr	18.14	19.24	7.97	8.63
PESO DEL AGUA	gr	3.67	3.61	0.88	0.85
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.05	12.10	5.27	4.75
HUMEDAD %	%	28.12	31.49	16.32	17.89
N° DE GOLPES		22	22		
<b>LÍMITE LIQUIDO %</b>	:	<b>29.35</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>	:	<b>17.11</b>

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : **12.24**

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes



*[Firma]*  
 MSc. Luz Clarita García Maquera  
 Ing. Civil  
 CIP 102207



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO** INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS ANELINDO CACERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** Bacc. LUZ CLARITA GARCIA MACUERA

**LUGAR** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**MUESTRA** MUESTRA 1 + 5% DE MELAZA DE CAÑA

**FECHA** MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	228.22
SUELO SECO + TARRO	gr	204.94
PESO DEL TARRO	gr	55.32
PESO DEL AGUA	gr	23.28
PESO DEL SUELO SECO	gr	149.62
HUMEDAD %	%	15.56

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		A	B	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.23	34.22	14.41	14.00
SUELO SECO + TARRO	gr	30.41	30.39	13.26	13.04
PESO DEL TARRO	gr	18.13	19.08	7.98	8.81
PESO DEL AGUA	gr	3.82	3.83	1.13	0.95
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.28	11.30	5.30	4.43
HUMEDAD %	%	31.11	33.89	21.32	21.67
N° DE GOLPES		22	22		
<b>LÍMITE LIQUIDO %</b>	<b>:</b>	<b>32.00</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>	<b>21.50</b>	

**ÍNDICE PLASTICO %** : **10.51**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

Ing. Arnyto Sosa Torres  
COP. 100027



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PROYECTO

INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE WIRRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

### SOLICITANTE LUGAR MUESTRA FECHA

BRAJ. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA.  
MUESTRA-1 + 7.0% DE MELAZA DE CAÑA  
MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	230.13
SUELO SECO + TARRO	gr	210.13
PESO DEL TARRO	gr	66.21
PESO DEL AGUA	gr	20.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	154.92
HUMEDAD %	%	12.91

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO			
TARRO N°		A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.87	34.03
SUELO SECO + TARRO	gr	30.04	30.16
PESO DEL TARRO	gr	18.22	18.02
PESO DEL AGUA	gr	3.83	3.87
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.82	11.14
HUMEDAD %	%	32.40	34.74
N° DE GOLPES		22	22

LÍMITE PLÁSTICO	
C	D
14.83	14.62
13.50	13.88
7.99	8.00
1.33	0.94
5.51	5.08
24.14	18.50

LÍMITE LIQUIDO %	33.06	LÍMITE PLÁSTICO %	21.32
------------------	-------	-------------------	-------

ÍNDICE PLÁSTICO %	11.73
-------------------	-------

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
Donde:  
LL = Límite Líquido  
W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Número de Golpes



INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL  
RES. GARCÍA RIVERA  
MAYOR ANTONIO LUIS TERRES  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS RURALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PROYECTO

INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANÓRES AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

### SOLICITANTE LUGAR MUESTRA FECHA

Baso: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV- JULIACA  
MUESTRA 1 + 2.0% DE ACEITE RECICLADO  
MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	224.34
SUELO SECO + TARRO	gr	198.33
PESO DEL TARRO	gr	55.33
PESO DEL AGUA	gr	26.01
PESO DEL SUELO SECO	gr	143.00
HUMEDAD %	%	18.19

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		A	B	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.30	34.25	14.35	14.74
SUELO SECO + TARRO	gr	31.32	31.21	13.56	13.99
PESO DEL TARRO	gr	18.12	19.12	7.97	8.63
PESO DEL AGUA	gr	3.66	3.04	0.79	0.75
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.20	12.09	5.59	5.36
HUMEDAD %	%	30.15	25.14	14.13	13.99
N° DE GOLPES		22	22		

LÍMITE LÍQUIDO % : 27.22 LÍMITE PLÁSTICO % : 14.06

ÍNDICE PLÁSTICO % : 13.16

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
Donde:  
LL = Límite Líquido  
 $W_n$  = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS RURALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
MAYO 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS BELLINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE:** BARRI, LUZ CLARITA GARCÍA MACUERA

**LUGAR:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.N.C.V. - JULIACA

**MUESTRA:** MUESTRA 1 + 3% DE ACEITE RECICLADO

**FECHA:** MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	216.34
SUELO SECO + TARRO	gr	195.29
PESO DEL TARRO	gr	55.32
PESO DEL AGUA	gr	23.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	139.97
HUMEDAD %	%	16.47

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	A	B	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.56	34.42	14.73	14.57
SUELO SECO + TARRO	gr	31.34	30.42	13.61	13.81
PESO DEL TARRO	gr	18.13	19.09	7.96	8.61
PESO DEL AGUA	gr	3.22	4.00	1.12	0.78
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.21	11.33	5.63	5.20
HUMEDAD %	%	24.38	35.30	19.89	14.62
N° DE GOLPES		22	22		
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>		<b>29.38</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>		<b>17.25</b>

**ÍNDICE PLÁSTICO % : 12.13**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

Alvaro Armando Tello Jorjón  
 C.I. 700027



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PROYECTO

INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE CARRA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVILA CÁCERES DE LA CIUDAD DE JIJACA.

### SOLICITANTE LUGAR MUESTRA FECHA

SEÑ. LIZ CLARITA GARCIA MAQUERA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JIJACA.  
MUESTRA 1 + 7.5% DE ACEITE RECICLADO  
MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	227.29
SUELO SECO + TARRO	gr	205.29
PESO DEL TARRO	gr	55.26
PESO DEL AGUA	gr	22.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	160.03
HUMEDAD %	%	14.66

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO		A	B
TARRO N°			
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.55	34.25
SUELO SECO + TARRO	gr	30.77	30.52
PESO DEL TARRO	gr	18.22	19.02
PESO DEL AGUA	gr	3.78	3.73
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.55	11.50
HUMEDAD %	%	30.12	32.43
N° DE GOLPES		22	22

LÍMITE PLÁSTICO		C	D
		14.21	14.50
		13.17	13.68
		7.99	8.80
		1.04	0.92
		5.18	4.96
		20.08	18.47

**LÍMITE LIQUIDO % : 30.80      LÍMITE PLÁSTICO % : 19.28**

**ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.52**

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$   
Dónde:  
LL = Límite Líquido  
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-160

<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LA MIZAJA DE CENA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRES AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. LUZ CLARITA GARCÍA MAQUERA
<b>UBICACION</b>	AV. ANDRES AVELINO CÁCERES
<b>PROGRESIVA</b>	KM 0+500 - MARGEN DERECHO
<b>MUESTRA</b>	MUESTRA 1 + 2.8% DE ACEITE REICLADO
<b>FECHA</b>	MAYO DEL 2024

<b>MOLDE No</b>	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2106 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	10178	10358	10208	10148
Peso del Molde	gr	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	4196	4376	4226	4166
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.883	2.079	2.008	1.979

Capítulo No	Mo	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr	411.35	405.47	493.68	470.48	422.74	401.35	328.25	300.47
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	366.11	388.15	405.26	392.14	390.41	369.47	362.35	369.35
Peso del Agua	gr	23.24	17.32	25.32	28.32	32.33	31.88	35.90	34.12
Peso de la Capsula	gr	64.72	64.58	63.82	65.02	66.22	65.68	66.36	66.42
Peso del Suelo Seco	gr	323.39	323.57	341.53	316.25	324.19	303.69	296.89	275.33
% de Humedad	%	7.19%	5.35%	7.38%	8.95%	8.97%	10.42%	12.12%	12.19%
Promedio de Humedad	%	6.27%		8.47%		10.23%		12.16%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.876		1.922		1.821		1.755	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	1.930 gr/cm <sup>3</sup>
<b>RECALIBRACION:</b>	MODIFICADO "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	7.59%



INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA  
REC - CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Ing. *[Signature]*  
CIP 103297

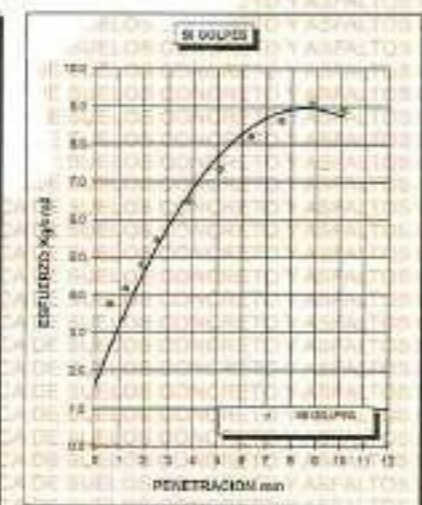
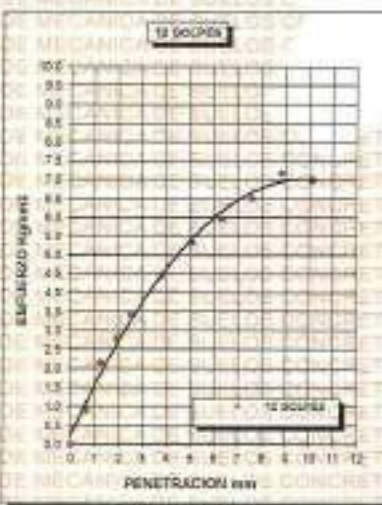
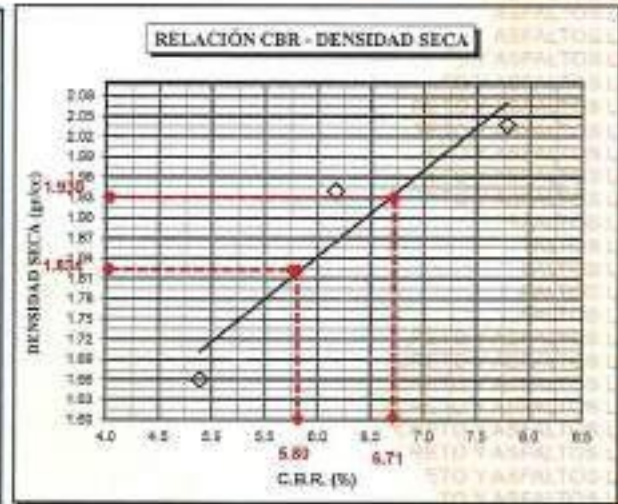
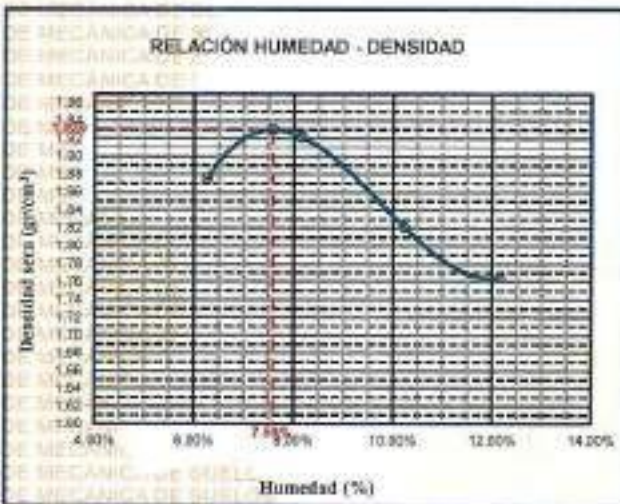
DIC: 8006 - 00297641



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>PROYECTO :</b>	*INFLUENCIA DEL USO DE SILICATO DE SODIO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL SAMÁN MOCCO DESVÍO QUEJÓN MOCCO DEL DISTRITO DE SAMÁN	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITADO :</b>	Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):</b> 1.930
<b>UBICACION :</b>	AV. ANDRES AVELINO CACERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%):</b> 7.59%
<b>PROGRESIVA :</b>	KM 0+500 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%):</b> 6.71
<b>MUESTRA :</b>	SUELO NATURAL - M1 + 2.6% DE ACEITE REICLADO	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%):</b> 5.80
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b> CL
		<b>AASHTO :</b> A-2
		<b>EMBEBIDO :</b> 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Ing. Armando Jorge Torres  
CIP: 103267

RIE-006-00297641



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-100

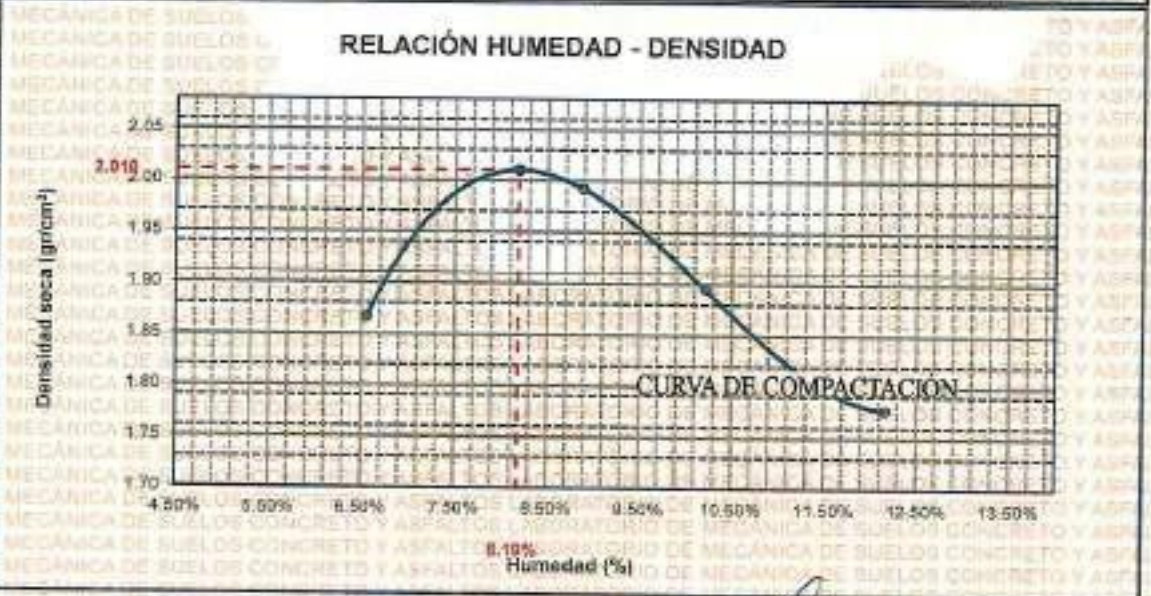
TESIS	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	Blach LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA		
UBICACIÓN	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES		
PROGRESIVA	KM 0+500 - MARGEN DERECHO		
MUESTRA	MUESTRA 1 + 0% DE ACEITE RECICLADO		
FECHA	MAYO DEL 2024		

MOLDE No.	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2105 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10168	10548	10378	10178
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4186	4566	4396	4196
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.869	2.169	2.068	1.993

Capacita No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr	412.85	419.11	447.77	411.77	421.47	409.46	406.94	376.64
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	399.59	389.48	406.33	382.99	381.74	374.59	359.94	384.32
Peso del Agua	gr.	13.07	29.63	40.44	19.99	39.73	34.86	46.20	21.34
Peso de la Capsula	gr.	64.71	64.50	63.86	64.90	65.37	65.90	66.37	66.44
Peso del Suelo Seco	gr.	334.87	321.98	342.99	327.78	326.47	309.06	293.57	307.66
% de Humedad	%	3.90%	9.21%	11.94%	5.82%	9.19%	11.25%	15.91%	7.41%
Promedio de Humedad	%	8.65%		8.68%		10.21%		12.16%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.868		1.992		1.896		1.777	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.010 g/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	8.10%



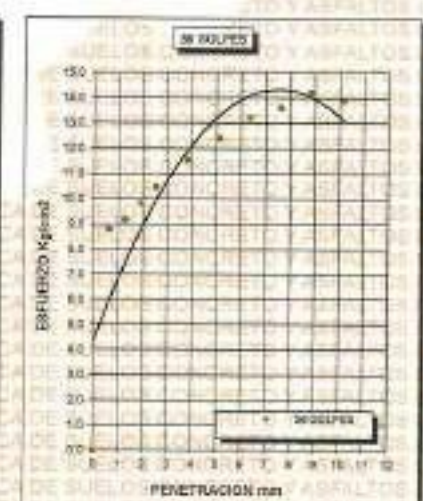
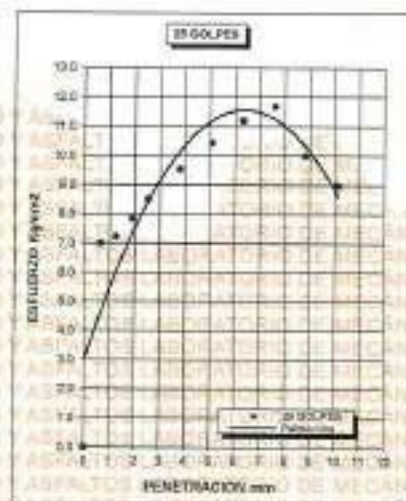
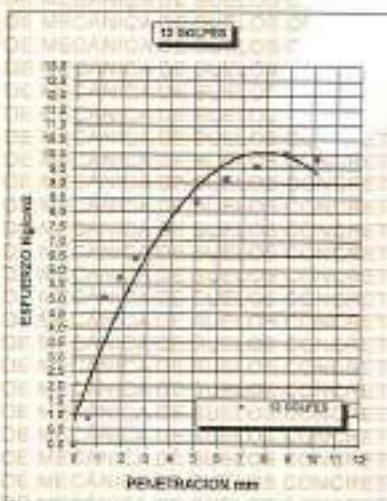
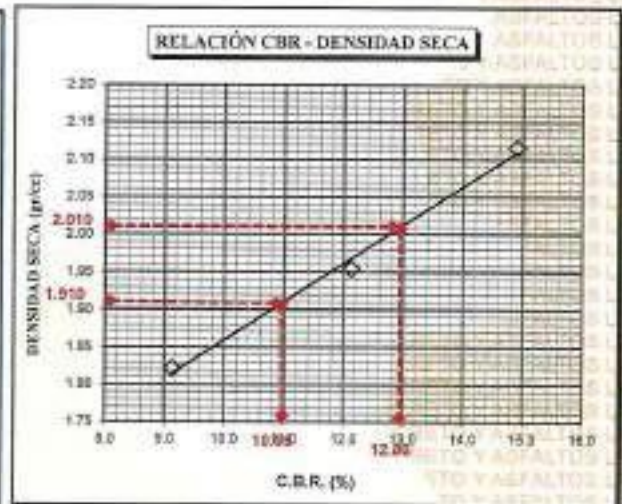
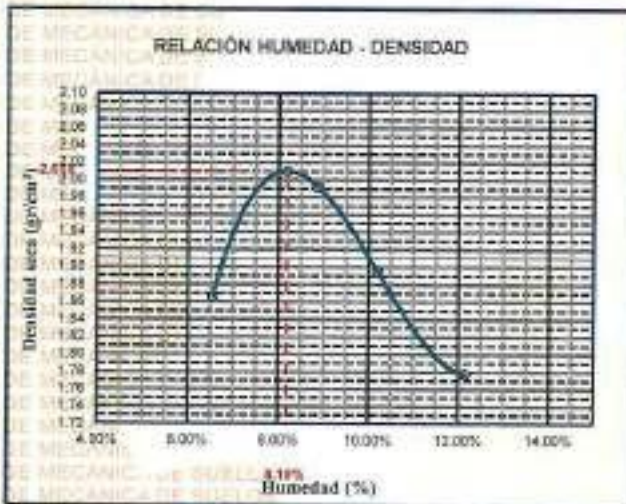
  
 Ingeniero Jorge Torres  
 CIP: 703257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>PROYECTO</b> :	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b> :	ASTM D1557-91
<b>SOLICITADO</b> :	Bach. LUZ CLARITA GARCÍA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> :	2.010
<b>UBICACIÓN</b> :	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> :	8.19%
<b>PROGRESIVA</b> :	KM 0+500 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> :	12.86
<b>MUESTRA</b> :	SUELO NATURAL - M1 + 8% DE ACEITE REICLADO	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> :	10.95
<b>FECHA</b> :	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN</b> :	CL
		<b>AASHTO</b> :	A-2
		<b>EMBEBIDO</b> :	4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Firma manuscrita]*

INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

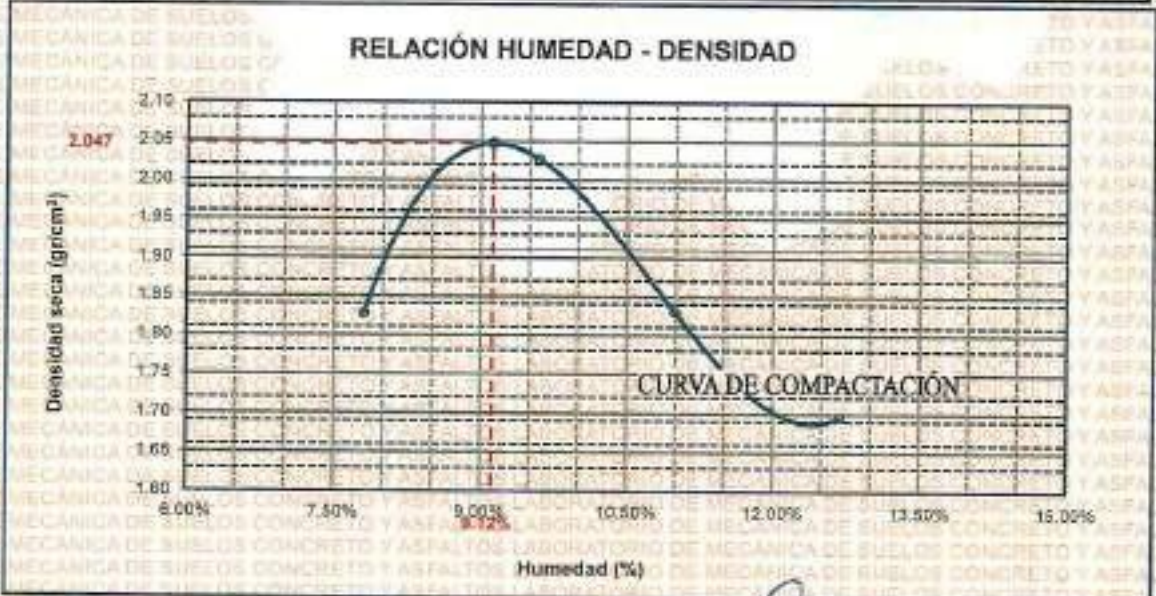
TEMA	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	Bach. LUZ CLARITA GARCÍA MAQUERA
UBICACIÓN	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES
PROGRESIVA	KM 0+500 - MARGEN DERECHO
MUESTRA	MUESTRA 1 + 7.5% DE ACEITE REICLADO
FECHA	MAYO DEL 2024

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2105 cm <sup>3</sup>
No de CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	55 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10128	10858	10258	10003
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4145	4676	4278	4021
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.970	2.221	2.031	1.910

Capítulo No	Mo	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	425.32	415.54	441.42	424.33	438.44	414.85	412.62	391.49
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	405.54	398.02	419.66	385.30	382.15	387.74	386.45	382.82
Peso del Agua	gr.	21.78	28.52	24.77	25.13	44.29	27.09	47.14	28.64
Peso de la Capsula	gr.	64.75	64.58	63.94	64.69	66.25	65.49	63.35	66.43
Peso del Suelo Seco	gr.	338.84	321.44	355.81	320.92	325.94	322.25	300.10	256.42
% de Humedad	%	6.42%	8.80%	6.96%	12.22%	13.58%	8.41%	15.71%	9.85%
Promedio de Humedad	%	7.81%		9.59%		10.95%		12.48%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.827		2.027		1.830		1.696	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.047 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	9.12%



*[Signature]*  
Ing. Arturo José Torres  
CIP 103257





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM-D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: BACH. LILIZ GLARITA GARCIA MAQUERA
UBICACIÓN	: AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES
PROGRESIVA	: KM D-500 - MARGEN DERECHO
MUESTRA	: MUESTRA 1+ 2.5% DE MELAZA DE CAÑA
FECHA	: MAYO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2106 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr	10203	10373	10223	10163
Peso del Molde	gr	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4221	4391	4241	4181
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.005	2.086	2.015	1.988

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr	418.39	407.45	432.55	412.44	424.72	403.55	400.23	382.45
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	390.08	388.15	407.33	384.12	392.88	371.45	384.33	348.33
Peso del Agua	gr	28.34	19.30	25.20	28.32	32.35	31.88	15.90	34.12
Peso de la Capsula	gr	54.71	54.57	63.62	55.58	63.21	65.48	60.35	65.42
Peso del Suelo Seco	gr	325.38	324.58	343.71	318.23	325.19	306.97	287.08	281.91
% de Humedad	%	7.14%	5.84%	7.34%	8.80%	8.91%	10.42%	13.05%	12.10%
Promedio de Humedad	%	6.39%		8.12%		16.17%		12.98%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.865		1.929		1.829		1.772	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.935 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 7.63%



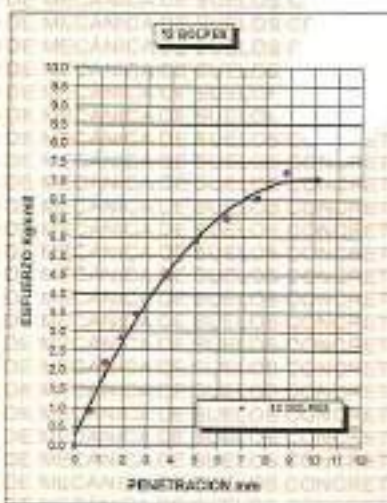
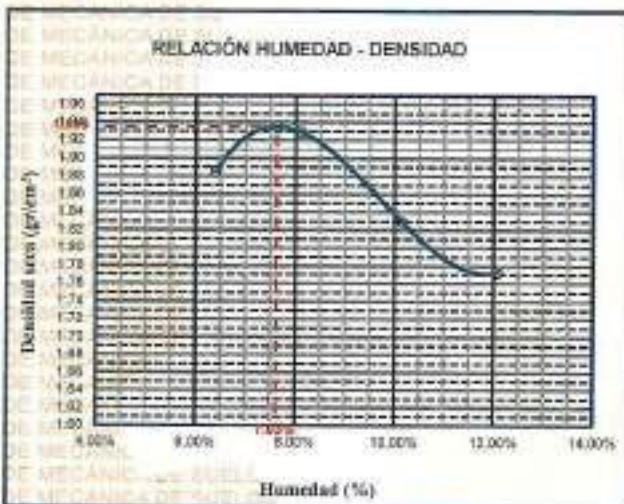
  
 Mtro. Ricardo Iván Torres  
 C.R. 183287



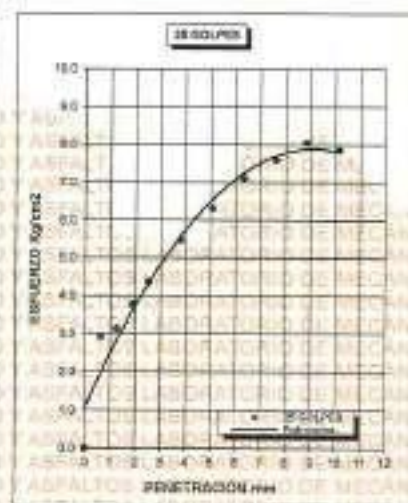
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



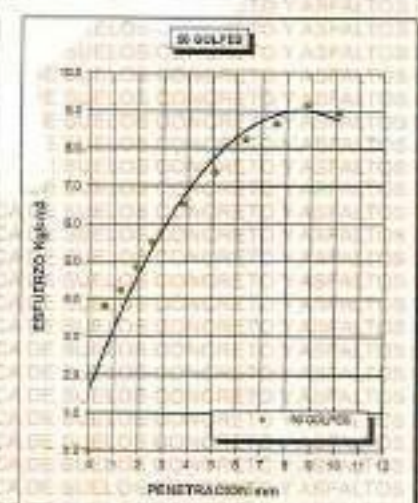
<b>PROYECTO :</b>	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECIKLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITADO :</b>	Bsca. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> 1.935
<b>UBICACIÓN :</b>	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 7.63%
<b>PROGRESIVA :</b>	KM 0+500 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 6.81
<b>MUESTRA :</b>	SUELO NATURAL - M1 + 2.5% DE MELAZA DE CAÑA	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 5.99
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b> CL
		<b>AASHTO :</b> A-2
		<b>EMBEBIDO :</b> 4 DIAS



CBR 4.95



CBR 6.23



CBR 7.85

Ing. Andrés Iván Iwila  
 C.P. 103257

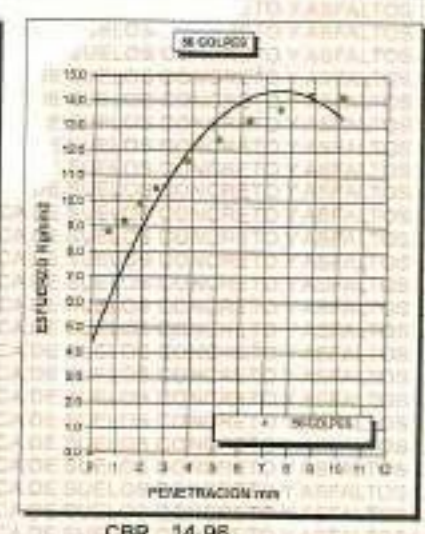
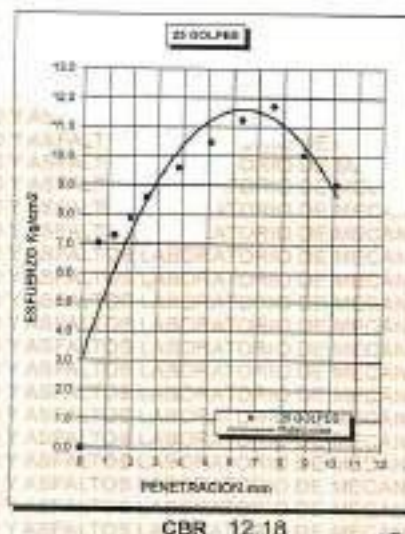
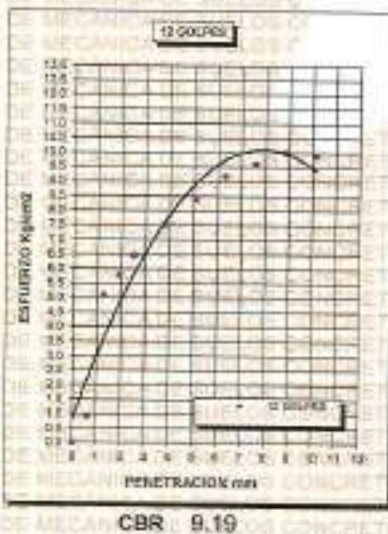
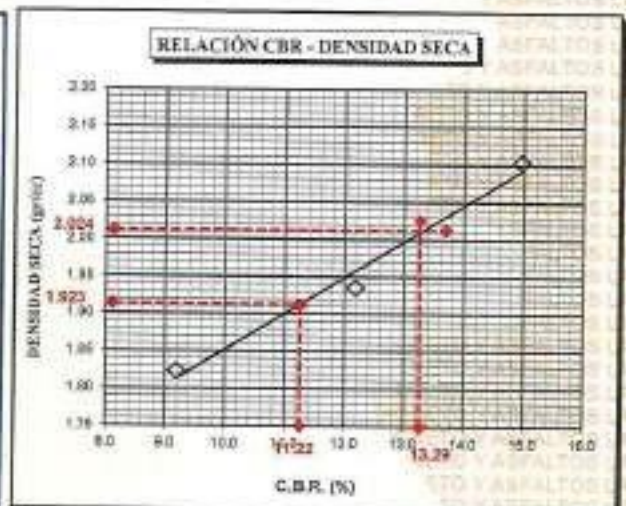
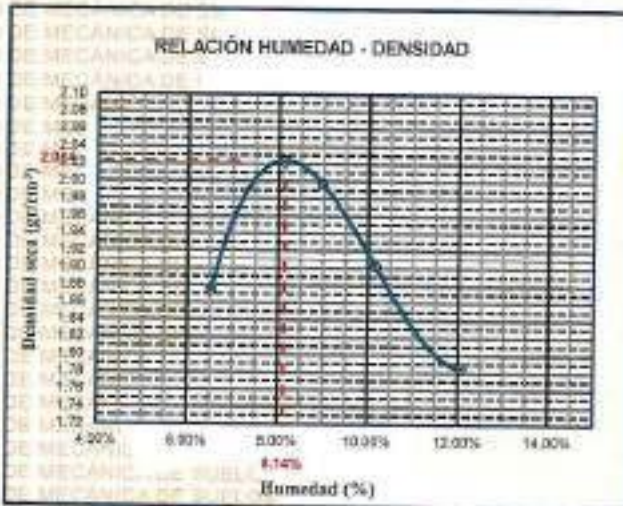
DIC: 0006 - 00297641



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>PROYECTO :</b>	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITADO :</b>	Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b>	2.024
<b>UBICACIÓN :</b>	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	8.14%
<b>PROGRESIVA :</b>	KM 0+500 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	13.29
<b>MUESTRA :</b>	SUELO NATURAL - M1 + 5% DE MELAZA DE CAÑA	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	11.22
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b>	CL
		<b>AASHTO :</b>	A-2
		<b>EMBEBIDO :</b>	4 DIAS



*[Signature]*  
 Ing. Luz Clarita García Maquera  
 C.I.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

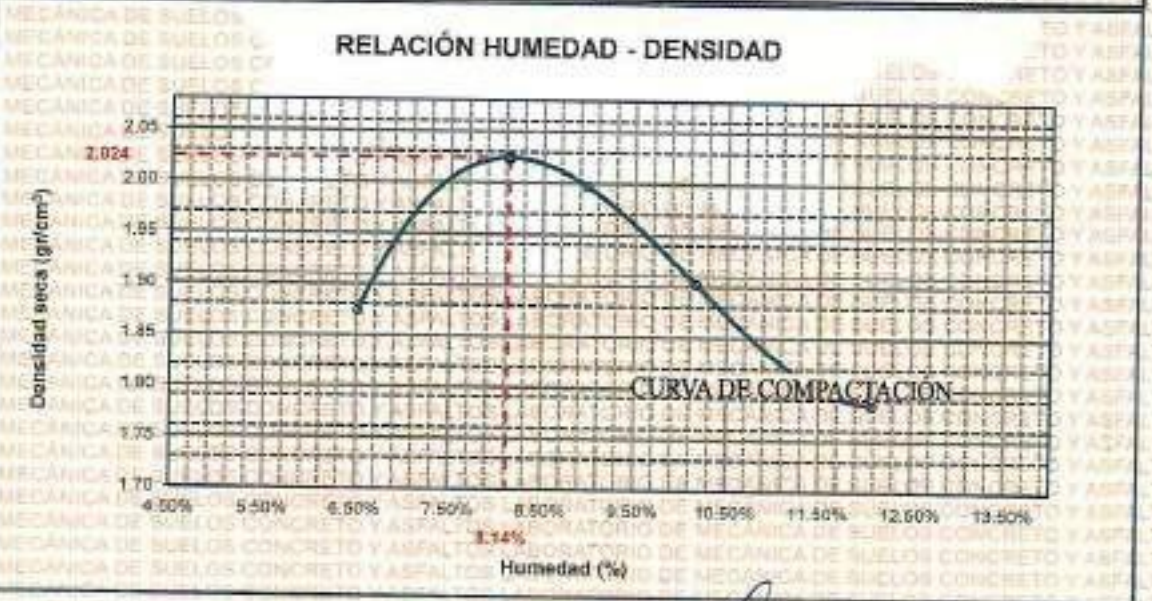
<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA		
<b>SOLICITANTE</b>	Ing. Luz Clarita García Maguera		
<b>UBICACIÓN</b>	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES		
<b>PROGRESIVA</b>	KM 0+500 - MARGEN DERECHO		
<b>MUESTRA</b>	MUESTRA 1 + 5% DE MELAZA DE CAÑA		
<b>FECHA</b>	MAYO DEL 2024		

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2105 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	58 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10183	10563	10393	10193
Peso del Molde	gr.	5962	5962	5962	5962
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4201	4581	4411	4211
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.998	2.176	2.095	2.000

Capas No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	414.68	418.09	449.75	414.75	423.45	411.44	407.02	377.82
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	401.96	388.46	439.81	394.58	393.72	372.46	390.32	339.26
Peso del Agua	gr.	12.72	29.63	40.94	20.09	29.73	34.98	48.20	21.54
Peso de la Capsula	gr.	64.71	64.90	63.85	64.90	66.27	65.50	65.37	66.44
Peso del Suelo Seco	gr.	336.85	323.88	344.96	329.72	327.45	310.96	325.95	268.84
% de Humedad	%	3.88%	9.10%	11.87%	6.09%	9.06%	11.25%	16.79%	7.36%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	6.51%		6.98%		10.16%		12.98%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.874		1.897		1.902		1.786	

<b>MÉTODO:</b>	ASTM D - 1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	2.024 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	6.14%



  
 Luz Clarita García Maguera  
 Ing. Civil  
 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557, AASHTO T-99 T-180

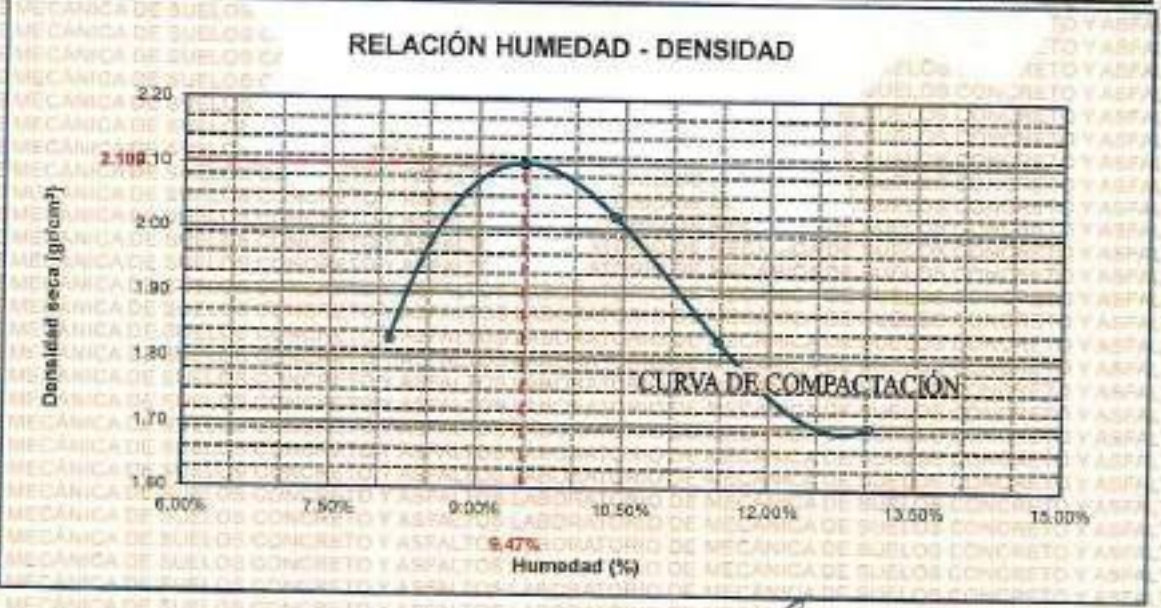
TEMA:	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE:	Bach. LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA
UBICACIÓN:	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES
PROGRESIVA:	KM 0-500 - MARGEN DERECHO
MUESTRA:	MUESTRA 1 + 7.5% DE MELAZA DE CAÑA
FECHA:	MAYO DEL 2024

MOLDE No:	1	VOLUMEN DEL MOLDE:	2106 cm <sup>3</sup>
No. DE CAPAS:	5	GOLPES POR CAPA:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10143	10673	10273	10016
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	4161	4691	4291	4038
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.977	2.229	2.038	1.917

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	425.30	416.52	445.40	425.31	437.43	415.61	413.00	392.47
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	423.53	396.01	419.04	392.19	391.18	367.73	355.47	362.84
Peso del Agua	gr.	22.77	30.51	26.36	43.12	46.24	20.08	48.18	29.63
Peso de la Capsula	gr.	64.71	64.59	63.95	64.59	66.26	65.50	66.36	65.44
Peso del Suelo Seco	gr.	358.82	331.42	355.09	317.30	324.92	322.23	300.11	296.40
% de Humedad	%	6.32%	9.49%	7.24%	13.69%	14.23%	6.1%	16.04%	10.00%
Promedio de Humedad	%	8.11%		10.41%		11.47%		13.02%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.828		2.018		1.829		1.887	

METODO:	ASTM D - 1557 MÉCAMIL MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA:	2.100 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA:	9.47%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 Ing. Fernando Torres  
 CIP 103257

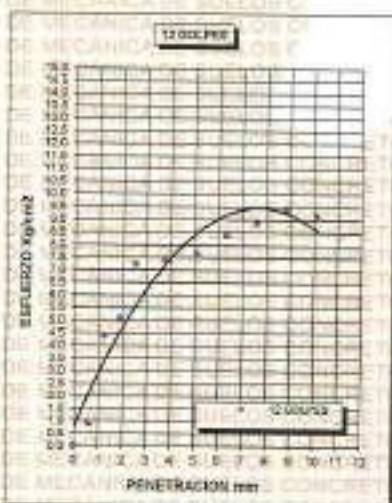
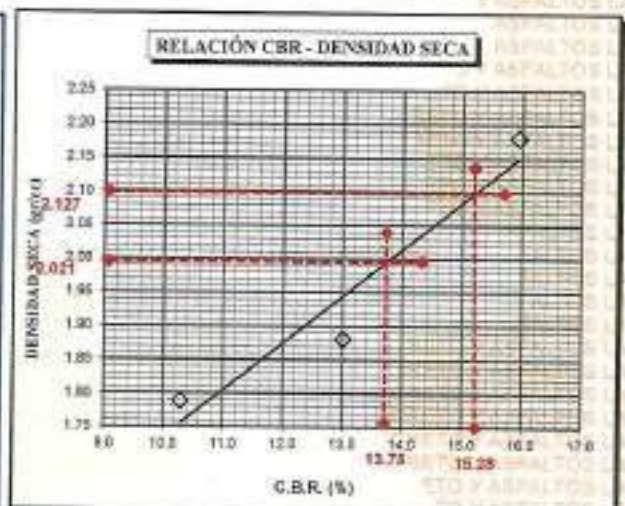
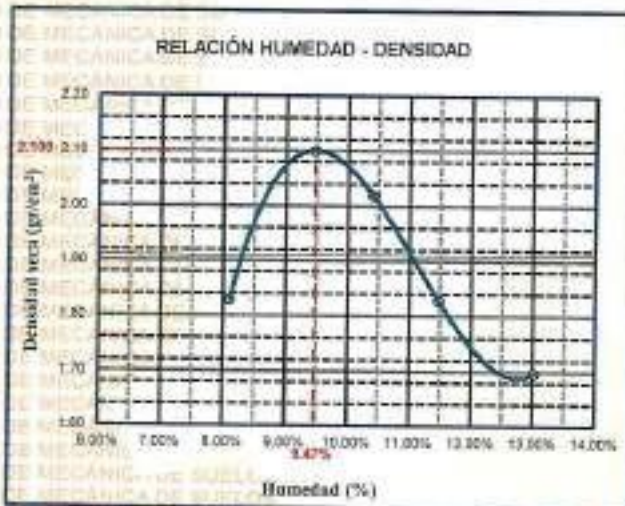
SRE: 6006-0029/641



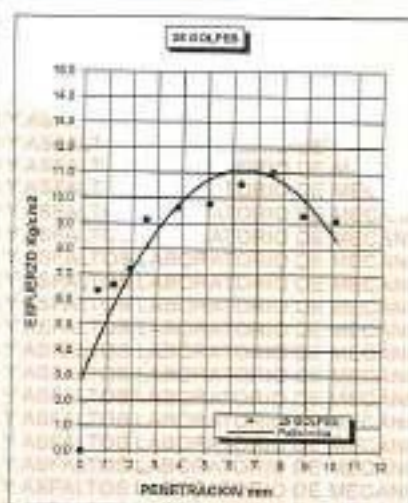
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



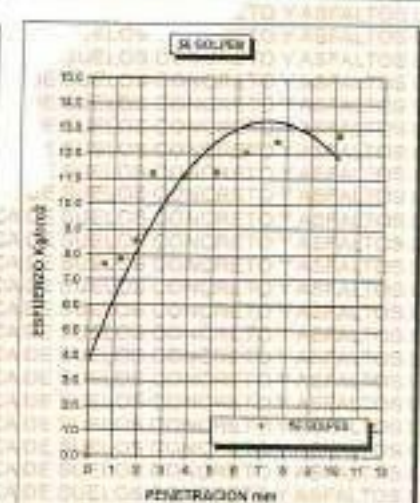
<b>PROYECTO :</b>	INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE REICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITADO :</b>	Baer LUZ CLARIFA GARCIA MAQUERA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 2.100
<b>UBICACIÓN :</b>	AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 9.47%
<b>PROGRESIVA :</b>	KM 0+500 - MARGEN DERECHO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 15.94
<b>MUESTRA :</b>	SUELO NATURAL - M1 + 7.5% DE MELAZA DE CAÑA	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 14.18
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2024	<b>CLASIFICACIÓN :</b> CL
		<b>AASHTO :</b> A-2
		<b>EMBEBIDO :</b> 4 DIAS



CBR 10.29



CBR 13.01



CBR 15.94

HDP - CONSIGLERSA GML

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

CIR 103257



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 05-09-2024

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LUZ CLARITA GARCIA MAQUERA

Dirección: Jr. TITICACA 162

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74947799

Teléfono: 974 401 456 email: Luzclaritagarciamaquera@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA MELAZA DE CAÑA Y ACEITE RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): MELAZA DE CAÑA, ACEITE RECICLADO, SUBRASANTE, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRADO DE COMPACTACIÓN Y CAPACIDAD DE SOPORTE CBR

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

1

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

<sup>2</sup> 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 - PI7

Firma de Autor



huella digital

05-09-2024

Fecha