



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



**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE
LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE
DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO
DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

**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

**NFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE
LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE
DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO
DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES


PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO


:



Dr. EFRAÍN PARILLO SÓSA

SEGUNDO MIEMBRO


:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 361 2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6054 presentado por el (la) Bachiller: **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES** 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. **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. 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: **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 06 de junio 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. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 172-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 3741 presentado por el señor (a) DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 243 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 027- 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: **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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° 027- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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 merito 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: **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL** 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) la), 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 Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
C.I. 47788VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Efraín Parilla Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 038-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-001139, presentado por el señor (a) **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 0025-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 006-2024 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: **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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° 006-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**.

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° 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:

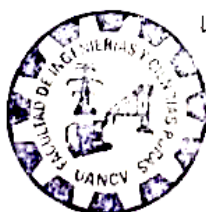
ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL** 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.



FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
DECANO
CIP. 47790



FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Deyvis Fausto Flores Flores
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70142956
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-1464-9702
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37" https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2023 - Junio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Dr. Eirain Perillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES, identificado con DNI Nro. 70142956, 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 CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

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 julio del 2024



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A todos los que participaron de mi camino y ayudaron a incorporarme en la vida profesional.



AGRADECIMIENTO

Quiero dar mis agradecimientos a todos y todas que estuvieron para verme crecer.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 <i>Problema general</i>	2
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1 <i>Justificación técnica</i>	3
1.4.2 <i>Justificación económica</i>	4
1.4.3 <i>Justificación social</i>	4
1.4.4 <i>Justificación ambiental</i>	4
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5.1 <i>Hipótesis general</i>	5
1.5.2 <i>Hipótesis específicas</i>	5
1.6 VARIABLES E INDICADORES.....	5
1.6.1 <i>Variable independiente</i>	5
1.6.2 <i>Variable dependiente</i>	6
1.7 TRADUCCIÓN OPERATIVA DE VARIABLES.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1.1 <i>Antecedentes internacionales</i>	7



2.1.2	<i>Antecedentes nacionales</i>	8
2.1.3	<i>Antecedentes regionales</i>	10
2.2	MARCO TEÓRICO	12
2.2.1	<i>Estiércol</i>	12
2.2.2	<i>Cenizas</i>	13
2.2.3	<i>Suelo</i>	15
2.2.3.1	Clasificación de suelos	15
2.2.3.2	Características de los suelos	16
2.2.4	<i>Subrasante</i>	19
2.2.5	<i>Estabilización de suelos</i>	21
2.3	MARCO CONCEPTUAL	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.2	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.3	NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	25
3.3.1	<i>Tipo de la investigación</i>	25
3.3.2	<i>Nivel de la investigación</i>	26
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.4.1	<i>Población</i>	27
3.4.2	<i>Muestra</i>	27
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	28
3.5.1	<i>Técnicas</i>	28
3.5.2	<i>Instrumentos</i>	28
3.6	VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	29
3.6.1	<i>Validación de los instrumentos</i>	29
3.6.2	<i>Confiabilidad de instrumentos</i>	29
3.7	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	29
3.7.1	<i>Procedimiento</i>	30
3.7.2	<i>Ensayos en laboratorio</i>	36
3.8	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	42

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
4.1.1	<i>Composición del suelo subrasante</i>	43
4.1.2	<i>Influencia de cenizas de estiércol de ovino en el Valor de fluencia plástica</i>	56
4.1.3	<i>Influencia de cenizas de estiércol en el grado de compactación</i>	62
4.1.4	<i>Influencia de cenizas de estiércol en la capacidad de soporte (CBR)</i>	72
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	77

CONCLUSIONES	79
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	80
------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA	81
---------------------------	-----------

ANEXOS	84
---------------------	-----------



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Traducción operativa de variables 6

Tabla 2 Valor de fluencia plástica 17

Tabla 3 Segmentación geomecánica de la subrasante..... 20

Tabla 4 Tipo de estructura vial y cantidad de excavaciones (calicatas) 20

Tabla 5 Conteo de muestras probadas bajo condiciones controladas 27

Tabla 6 Descripción técnica de los perfiles estratigráficos 30

Tabla 7 Nivel higrométrico en los sondeos exploratorios 44

Tabla 8 Distribución granular de C-01 45

Tabla 9 Distribución granular de C-02 46

Tabla 10 Distribución granular de C-03 47

Tabla 11 Grado de plasticidad de las muestras intactas 48

Tabla 12 Grado de consolidación de la subestructura vial 49

Tabla 13 Medición de la capacidad portante CBR en pozos de inspección 52

Tabla 14 Aumento del 2% de cenizas en subrasante – Plasticidad medid..... 56

Tabla 15 Aumento del 5% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida..... 58

Tabla 16 Aumento del 8% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida..... 59

Tabla 17 Medición comparada del coeficiente de plasticidad 61

Tabla 18 Modificación con 2% de cenizas de estiércol-MDS 62

Tabla 19 Modificación con 5% de cenizas de estiércol-MDS 64

Tabla 20 Modificación con 8% de cenizas de estiércol-MDS 65

Tabla 21 Medición comparada de MDS..... 66

Tabla 22 Modificación con 2% de cenizas de estiércol-OCH 68

Tabla 23 Modificación con 5% de cenizas de estiércol-OCH 69

Tabla 24 Modificación con 8% de cenizas de estiércol-OCH 70

Tabla 25 CBR - con la adición del material cohesivo en 2 % de cenias de estiércol..... 72

Tabla 26 CBR - con la adición del material cohesivo en 5 % de cenias de estiércol..... 73

Tabla 27 CBR - con la adición del material cohesivo en 8 % de cenias de estiércol..... 74

Tabla 28 Resumen de CBR- adicionando de cenias de estiércol de ovino 76



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estiércol de ovino..... 12

Figura 2 Cenizas del estiércol de ovino..... 15

Figura 3 Símbolos estándar para el perfil de las calicatas según la normativa AASHTO 15

Figura 4 Símbolos estándar para el perfil de las calicatas según la normativa SUCS ... 16

Figura 5 Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica los puntos de exploración 30

Figura 6 Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica C-1..... 31

Figura 7 Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica C-2..... 32

Figura 8 Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica C-3..... 32

Figura 9 Presencia de humedad en las calicatas 44

Figura 10 Distribución granular de C-01..... 45

Figura 11 Distribución granular de C-02..... 46

Figura 12 Distribución granular de C-03..... 47

Figura 13 Medición de plasticidad en suelos no tratados 48

Figura 14 Grado de consolidación de la subestructura vial C-1..... 49

Figura 15 Grado de consolidación de la subestructura vial C-2..... 50

Figura 16 Grado de consolidación de la subestructura vial C-3..... 51

Figura 17 Medición comparada del grado de compactación en la subrasante..... 51

Figura 18 Valor CBR en la exploración de Calicata 1 52

Figura 19 Valor CBR en la exploración de Calicata 2 53

Figura 20 Valor CBR en la exploración de Calicata 3..... 54

Figura 21 Resumen de CBR en las calicatas 55

Figura 22 Aumento del 2% de cenizas en subrasante – Plasticidad medid 56

Figura 23 Aumento del 5% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida 58

Figura 24 Aumento del 8% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida 60

Figura 25 Medición comparada del Valor de fluencia plástica 61

Figura 26 Modificación con 2% de cenizas de estiércol-MDS 62

Figura 27 Modificación con 5% de cenizas de estiércol-MDS 64

Figura 28 Modificación con 8% de cenizas de estiércol-MDS 66

Figura 29 Medición comparada de MDS 67

Figura 30 Modificación con 2% de cenizas de estiércol-OCH 68

Figura 31 Modificación con 5% de cenizas de estiércol-OCH 70

Figura 32 Modificación con 8% de cenizas de estiércol-OCH 71



Figura 33	CBR - con la adición del material cohesivo en 2 % de cenizas de estiércol	72
Figura 34	CBR - con la adición del material cohesivo en 5 % de cenizas de estiércol	74
Figura 35	CBR - con la adición del material cohesivo en 8% de cenizas de estiércol	75
Figura 36	Medición comparada de CBR.....	76



RESUMEN

El presente estudio, titulado "Influencia de la ceniza de estiércol de ovino sobre las características del suelo subrasante en la Avenida Virreyes, ubicada en el distrito de San Miguel", tuvo como objetivo analizar detalladamente cómo la adición de ceniza de estiércol de ovino modifica las propiedades esenciales del suelo en la subrasante de dicha avenida. Para ello, se implementó un enfoque experimental práctico, desarrollando un diseño con 12 muestras en cada ensayo. Los análisis realizados incluyeron mediciones de índice de plasticidad, grado de compactación y resultados CBR. A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que la adición de ceniza influye en ciertas propiedades específicas del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, en el distrito de San Miguel, revelaron un Valor de fluencia plástica del 18.70%. Este valor sugiere la presencia de arcillas, catalogando el suelo como altamente plástico. Además, la densidad máxima seca se registró en 1.802 gr/cm³, con un contenido de humedad óptimo de 8.6%. La capacidad de soporte, medida a través del índice CBR, mostró valores de 5.44% y 4.27% a 100% y 95% de la MDS, indicando una capacidad de soporte pobre. Al incluir diferentes porcentajes de ceniza de estiércol, específicamente 2%, 5% y 8%, en el ensayo de Valor de fluencia plástica, se evidenció una reducción significativa del índice al agregar un 2%, disminuyendo de 18.70% a 15.57%. Con un 5%, el índice fue de 10.41%, y con un 8%, la disminución fue aún más pronunciada, alcanzando un Valor de fluencia plástica de 8.58%. En lo que respecta al grado de compactación con un 2%, la densidad pasó de 1.80 a 1.921 gr/cm³; con un 5%, se elevó a 1.979 gr/cm³, y con un 8%, la máxima densidad alcanzó 2.040 gr/cm³. En el ensayo de capacidad de soporte, al añadir ceniza de estiércol en diferentes proporciones, notamos un incremento en el índice CBR al 95%, pasando de 4.27% a 5.92% con un 2% de cenizas. Con un 5%, el CBR fue de 7.58%, y con un 8%, se logró un CBR de 10.87%, indicando una mejora significativa en la capacidad de soporte del suelo. En conclusión, los resultados revelan que la Modificación con 8% de ceniza de estiércol de ovino fue el



porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del suelo en la subrasante de la Avenida Virreyes, contribuyendo positivamente a la plasticidad, compactación y capacidad de soporte del suelo estudiado.

Palabras Clave: Ceniza de estiércol, Propiedades del suelo, Subrasante.



ABSTRACT

The present study, titled "Influence of Sheep Manure Ash on the Characteristics of the Subgrade Soil on Virreyes Avenue, located in the San Miguel district," aimed to analyze in detail how the addition of sheep manure ash modifies the essential properties of the soil in the subgrade of that avenue. An experimental practical approach was implemented, developing a design with 12 samples for each test. The analyses included measurements of plasticity index, degree of compaction, and CBR results. Based on the results obtained, it was concluded that the addition of ash influences certain specific properties of the subgrade soil on Virreyes Avenue. This value suggests the presence of clays, cataloging the soil as highly plastic. In addition, the maximum dry density was recorded at 1.802 gr/cm³, with an optimum moisture content of 8.6%. The bearing capacity, measured through the CBR index, showed values of 5.44% and 4.27% at 100% and 95% of the MDS, indicating a poor bearing capacity. When introducing different percentages of manure ash, specifically 2%, 5% and 8%, in the plasticity index test, a significant reduction of the index was evidenced when adding 2%, decreasing from 18.70% to 15.57%. With 5%, the index was 10.41%, and with 8%, the decrease was even more pronounced, reaching a plasticity index of 8.58%. Regarding the degree of compaction, with 2%, the density went from 1.80 to 1.921 gr/cm³; with 5%, it rose to 1.979 gr/cm³, and with 8%, the maximum density reached 2.040 gr/cm³. In the bearing capacity test, when manure ash was added in different proportions, we noted an increase in the CBR index to 95%, going from 4.27% to 5.92% with 2% ash. With 5%, the CBR was 7.58%, and with 8%, a CBR of 10.87% was achieved, indicating a significant improvement in soil bearing capacity. In conclusion, the results reveal that the addition of 8% sheep manure ash was the optimum percentage to improve the soil properties in the subgrade of Avenida Virreyes, contributing positively to the plasticity, compaction and bearing capacity of the soil studied.

Keywords: Manure ash, Soil properties, Subgrade.



INTRODUCCIÓN

La administración responsable de los recursos naturales y la búsqueda de opciones ecológicamente sostenibles son prioridades urgentes en la actualidad. Dentro del campo de la ingeniería civil, el perfeccionamiento de los materiales empleados en la construcción de infraestructuras ha adquirido una relevancia fundamental. Este estudio se centra en analizar cómo la ceniza de estiércol de ovino afecta las propiedades del suelo subrasante en la Avenida Virreyes, ubicada en el distrito de San Miguel.

El proceso de urbanización y el crecimiento continuo de las áreas metropolitanas generan altas exigencias en cuanto a infraestructura vial, lo que impulsa la necesidad de soluciones innovadoras que cumplan con los estándares técnicos, al tiempo que reduzcan el impacto ambiental. La ceniza de estiércol de ovino, un subproducto del sector ganadero, ha demostrado ser un recurso potencialmente útil para mejorar las características del suelo, mientras se presenta como una alternativa ecológica y rentable.

En el primer capítulo se establece el marco esencial del estudio. Esta estructura incluye la especificación de las variables primarias, la introducción del tema de investigación, la definición de los objetivos y una explicación de la importancia del estudio que nos ocupa. A continuación, se presentan las teorías que servirán de base para el desarrollo de la investigación.

En este capítulo II se construye el marco teórico. Para ello, se realiza un análisis exhaustivo de la bibliografía existente y se destacan las principales aportaciones que se han hecho en este campo. Proporciona una sinopsis de la colección de nociones teóricas que se han generado a partir de estudios previos asociados al tema de la investigación.

Este capítulo III proporciona una descripción de las metodologías y procesos que se utilizaron en la investigación, así como información en profundidad sobre los temas del



estudio. De este modo, se aclaran las técnicas y tácticas utilizadas para alcanzar los objetivos previstos.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuarto capítulo, estructurados en tablas y gráficos a lo largo del mismo. Para facilitar la comprensión de los datos, contiene una comparación con investigaciones realizadas recientemente. Este análisis es necesario para así poder comprender los resultados y su importancia en la investigación.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

La preocupación por la calidad y estabilidad de las infraestructuras viales ha llevado a la exploración constante de mejoras en las técnicas de construcción y los materiales utilizados en la ingeniería civil. En el contexto internacional, se ha observado un interés creciente en la exploración de alternativas sostenibles y ecológicas para fortalecer las propiedades del suelo en proyectos viales. A nivel nacional, en el Perú, esta inquietud se manifiesta de manera destacada en diversas regiones, incluyendo la provincia de San Román, donde se encuentra el distrito de San Miguel.

En Perú, donde la variabilidad geográfica es notable, el mejoramiento de la infraestructura vial se convierte en una necesidad constante. El manejo de recursos locales, como la ceniza de estiércol de ovino, puede representar una estrategia eficaz para así poder abordar los problemas específicos del suelo y, al mismo tiempo, contribuir a la gestión sostenible de los residuos.

En el ámbito local, la Avenida Virreyes en el distrito de San Miguel es objeto de atención debido a los desafíos asociados con la estabilidad y resistencia de su subrasante.



La necesidad de encontrar soluciones efectivas y sostenibles para mejorar las propiedades del suelo en esta área específica ha llevado a la exploración de materiales alternativos, entre ellos la ceniza de estiércol de ovino.

Esta situación problemática destaca la necesidad de investigaciones exhaustivas y específicas que aborden la viabilidad y los impactos de utilizar ceniza de estiércol de ovino en la mejora de la composición del suelo subrasante en la Avenida Virreyes. La comprensión de estos aspectos no solo contribuirá al conocimiento académico en ingeniería civil, sino que también proporcionará información valiosa para los profesionales encargados de la organización y realización de proyectos viales en el San Miguel y áreas circundantes.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Como influye la ceniza de estiércol de ovino sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las propiedades que definen el suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel?
- b. ¿Cómo influye la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el Valor de fluencia plástica del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes?
- c. ¿Cómo influye la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el grado de compactación del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes?
- d. ¿Cómo influye la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre la capacidad de soporte del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes?



1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Analizar la influencia de la ceniza de estiércol de ovino sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar las propiedades que definen el suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel.
- b. Evaluar la influencia de la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el Valor de fluencia plástica del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes.
- c. Evaluar la influencia de la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el grado de compactación del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes.
- d. Evaluar la influencia de la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre la capacidad de soporte del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

La selección de ceniza de estiércol de ovino para la mejora del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, en el Distrito de San Miguel, está fundamentada en criterios técnicos robustos. Este tipo de ceniza es una fuente rica en minerales y nutrientes esenciales que favorecen la estructura y la capacidad portante del suelo. El estudio técnico se enfocará en determinar el impacto de esta ceniza en las características físicas y mecánicas del suelo, tales como compactación, resistencia al corte y capacidad de carga. La razón técnica de esta elección se sustenta en la búsqueda de alternativas sostenibles y eficaces para la estabilización del suelo en proyectos de infraestructura, utilizando recursos locales.



1.4.2 Justificación económica

Desde un punto de vista económico, la implementación de la ceniza de estiércol de ovino como estabilizador del suelo presenta ventajas significativas. En comparación con otras técnicas de mejoramiento del suelo, la ceniza de estiércol de ovino suele ser más accesible y asequible. Además, al utilizar un recurso local, se reducen los costos asociados con la adquisición y transporte de materiales externos. Esta tesis busca demostrar que la inversión en esta técnica específica no solo es técnicamente viable, sino también económicamente beneficiosa a largo plazo, considerando la sostenibilidad financiera de proyectos de infraestructura.

1.4.3 Justificación social

La Avenida Virreyes en el Distrito de San Miguel es una infraestructura clave que afecta directamente a la población. Optimizar las características del suelo de subrasante no solo contribuirá a la estabilidad de la carretera, sino que también tendrá un impacto significativo en la seguridad y comodidad de los residentes y usuarios de la vía. La justificación social de esta tesis se centra en mejorar la calidad de vida de la comunidad, al proporcionar una infraestructura vial más segura y duradera. Además, la utilización de recursos locales puede fomentar la participación comunitaria y generar oportunidades económicas dentro de la región.

1.4.4 Justificación ambiental

La ceniza de estiércol de ovino, al ser un subproducto orgánico, se considera una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente para mejorar las cualidades del suelo. La justificación ambiental de esta tesis se basa en la reducción de la dependencia de materiales no renovables y en la promoción de prácticas respetuosas con el ecosistema local. Se buscará evaluar y cuantificar el impacto ambiental positivo de la implementación de esta técnica, contribuyendo así a la sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura vial en San Miguel.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación de la ceniza de estiércol de ovino en la subrasante de la Avenida Virreyes en el distrito de San Miguel tendrá un impacto significativo en las propiedades del suelo.

1.5.2 Hipótesis específicas

- a. Las propiedades que definen el suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel variaran en función de los diferentes tipos de suelo que se presenten.
- b. La ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8%, tendrá un efecto positivo sobre el Valor de fluencia plástica del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, con una tendencia a reducir la plasticidad del suelo.
- c. La ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8%, influirá favorablemente en el grado de compactación del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, mejorando su densidad y estabilidad.
- d. La ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8%, tendrá un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, mejorando su resistencia a cargas.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Cenizas de estiércol de ovino

INDICADOR

Ceniza de estiércol de ovino en proporciones de 2%, 5%, y 8%.



1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del suelo de subrasante

INDICADOR

- LL, LP y IP
- Compactación
- Capacidad de soporte.

1.7 Traducción operativa de variables

Tabla 1

Traducción operativa de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
VI: Cenizas de Estiércol de Ovino	La ceniza de estiércol de ovino se refiere a la masa de material resultante de la combustión de estiércol de ovino.	Porcentaje de incorporación	Ceniza de estiércol de ovino en porcentajes de 2%, 5%, y 8%	Bandejas y herramientas de laboratorio
VD: Propiedades del Suelo de Subrasante	Las propiedades físicas y mecánicas del suelo influyen directamente en su habilidad para resistir cargas y permitir el drenaje adecuado del agua.	Propiedades físicas y mecánicas	Límites. Valor de fluencia plástica	Equipos y herramientas de laboratorio



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Labajos & Núñez, (2020) en la revista titulada "Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada", tuvo como objetivo investigar el impacto de diversas cantidades y tipos de carbón, incluyendo tanto carbón mineral como vegetal, en la calidad de la subrasante que es producida por la industria ladrillera de Chachapoyas. Para llevar a cabo el estudio se utilizó la investigación experimental, que se realizó en el distrito de Huancas, ubicado en la provincia de Chachapoyas. Para las pruebas mecánicas, se recogieron muestras de las calles ocho y nueve de los cerros, y luego se agregó ceniza de carbón a las muestras en las proporciones de quince %, veinte % y veinticinco %. En el transcurso de las pruebas, se realizaron cinco repeticiones de la prueba del coeficiente de (CBR), además de repeticiones de las limitaciones de consistencia y compactación de acuerdo con el método Proctor estándar. Aunque los resultados demostraron un aumento del CBR para los suelos clasificados como CH y OH, los valores de CBR obtenidos fueron inferiores al mínimo del 6% impuesto por el MTC. Los valores de CBR alcanzados fueron 3,5% y 3,7%. Como resultado, la conclusión a la que se llegó fue que el manejo de cenizas

de carbón, a pesar de las mejoras que se observaron, no se ajustaba a las normas de resistencia necesarias en relación con las subrasantes.

Mishra et al., (2022) en su artículo titulado "Estabilización de subrasante con suelo expansivo utilizando subproductos agrícolas e industriales: una revisión", uso subproductos de las cenizas de cáscara de arroz, las cenizas de bagazo de caña de azúcar, las cenizas, desechos plásticos, la médula y la fibra de coco, los residuos de carburo de calcio, el polvo de los hornos de cemento, el humo de sílice y el barro rojo, la metodología optada fue experimental. En particular, se observó que el valor CBR del geotextil de fibra de coco tratado con humo de sílice aumentó significativamente. En una aplicación de una sola capa a 1/3 de profundidad, pasó de 1,49 % a 4,84 %, mientras que en el caso de una aplicación de doble capa a 1/3 y 1/2 de profundidad, el aumento fue del 1,49 % al 5,03 %. En relación con la estabilidad del suelo de subrasante mediante el uso de RHA (cáscara de arroz quemada), SBA (ceniza de bagazo de caña de azúcar) y ceniza de estiércol de vaca, se encontró que la adición de hasta un 7,5 % de estos estabilizadores por separado resultó en un aumento revelador en los valores de UCS y CBR para cada estabilizador. Se concluye, la utilización de subproductos agrícolas e industriales se presenta como una estrategia prometedora para la obra de pavimentos sostenibles y eficientes desde el punto de vista técnico.

2.1.2 Antecedentes nacionales

La tesis realizado Malca, (2022) titulada "Estabilización de la subrasante de suelos utilizando las cenizas del estiércol de cuy para los 14.35 km del Camino Vecinal Lambayeque - Playa Naylamp, 2022", tuvo el propósito de llevar a cabo un estudio técnico y económico del suelo de subrasante, incorporando cenizas de estiércol de cuy en los. Para lograrlo, se llevaron a cabo ensayos con el fin de obtener las características del suelo en cuestión. Este estudio se clasifica como investigación aplicada debido a su naturaleza práctica y razonable. En términos de nivel de investigación, se adoptó un enfoque



explicativo con un diseño cuasi-experimental, empleando un tipo cuantitativo. La población de estudio comprende los 14.35km del camino, y se extrajeron tres calicatas para cubrir los 3km en los puntos con mayor incidencia de fallas en el suelo. Se seleccionó una calicata por cada km debido a la baja frecuencia de tránsito en la vía, totalizando 36 muestras (12 por cada calicata). Los resultados del CBR mostraron incrementos significativos en Medición comparada con el suelo natural. Con un aumento del 2%, se registró un incremento del 3.99%, mientras que con aumentos del 4% y 6%, se observaron incrementos del 7.20% y 11.14%, respectivamente, en correlación al suelo natural. En cuanto a la humedad, se evidenció un aumento leve con la añadidura de cenizas de estiércol de cuy. Con un incremento del 2%, el aumento fue de 0.36%, con un 4% fue de 0.59%, y con un 6% fue de 1.21% en comparación con los suelos naturales. En el ensayo de densidad, se observaron incrementos en los valores para los suelos modificados con cenizas de estiércol de cuy. Con un aumento del 2%, la densidad aumentó en 0.020g/cm³; con un 4%, acrecentó en 0.05g/cm³; y con un 6%, aumentó en 0.08g/cm³ respecto a los suelos naturales. Estos resultados indican que la adición de cenizas de estiércol de cuy tiene un impacto positivo en las propiedades mecánicas y físicas del suelo, lo que podría traducirse en beneficios económicos y técnicos para la mejora de la subrasante en el Camino Lambayeque - Playa Naylamp.

Rivera & Curi, (2022) en su investigación titulada "Adición de biorresiduos animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022", El propósito de la investigación fue evaluar el impacto de la integración de biorresiduos animales en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, específicamente con miras a su utilización en infraestructuras viales. Para llevar a cabo este estudio, se empleó un enfoque aplicativo con un diseño experimental, basado en un análisis profundo y una perspectiva cuantitativa. La población de estudio se compone principalmente del subsuelo de la vía, y la muestra consiste en tres exploraciones con una

profundidad de 1,50 metros. Los resultados esperados indican que se deben mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas del soporte Huamanga - Qorihuillca. En relación a la humedad, se observa un incremento progresivo al agregar un mayor % de residuos animales. El valor óptimo se alcanza con la aplicación del 6% de residuos de animales (BRA), logrando un aumento del 54.12% en la subrasante, pasando del 19.40% al 29.90%. La capacidad de soporte en la subrasante sin la inclusión de residuos animales (CBR 95%) fue en Media del 5.17%. Sin embargo, al incorporar 2.0%, 4.0%, 6.0% y 8.0% de residuos de animales, los números de capacidad de soporte aumentaron a 10.0%, 14.60%, 19.70%, y 14.8%, respectivamente. El valor óptimo de CBR al 95% se logró con la adición del 6% de BRA, alcanzando un valor de 19.70%. Los resultados sugieren que la inclusión de biorresiduos animales, especialmente en un porcentaje del 6%, mejora significativamente las propiedades del suelo, haciendo que sea más apto para su aplicación en vías de tránsito, con un incremento sustancial en la capacidad de soporte.

2.1.3 Antecedentes regionales

Valderrama, (2022) en el estudio titulado "Mejoramiento de subrasante mediante el uso de ceniza estiércol bovino y cal carretera Juliaca - Escallani del departamento de Puno, 2021", el objetivo principal de este estudio fue investigar y optimizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante en la mencionada carretera mediante la incorporación de ceniza de estiércol bovino (CEB) y cal al suelo. El diseño de este estudio fue cuasi-experimental, y se desarrolló utilizando una metodología cuantitativa y experimental. En concreto, la porción de carretera que se eligió para el muestreo tenía una longitud de 3,1 kilómetros, y se extendía desde el km 17+600 hasta el km 20+700. Se realizaron estudios de granulometría utilizando combinaciones de ceniza (10%, 15% y 20%) y cal (1%, 3% y 5%). Estas pruebas se realizaron conjuntamente con técnicas de observación directa y experimentos experimentales. Sobre la base de los resultados, se determinó que el suelo es conforme a la norma ASTM 422, calificándolo como suelo de tipo C-1. Además, el 79,73% de los finos pudieron pasar a través de la malla N°200. Según los resultados de



los pozos de ensayo C-2 y C-3, los finos eran del 64,53% y del 50,03%, respectivamente. Tras la incorporación de un 5% de cal y un 10% de cenizas, la plasticidad del suelo se redujo a una tasa inferior al 7%, lo que es indicativo de un suelo con un bajo contenido en arcilla. Cuando la Densidad Seca Máxima (D.S.M.) estaba en su punto más alto, el valor de CBR para el suelo natural en el pozo de prueba C-3 era de 4,83%, mientras que cuando estaba en su punto más bajo, era de 2,80%. Sin embargo, la añadidura de ceniza y cal resultó en un aumento del CBR a 37,10% al 100% del MDS y 22,30% al 95% del MDS. Esto indica que hubo una mejora significativa en las características del suelo, lo que le permitió cumplir con los requerimientos para una subrasante eficiente y duradera en la carretera.

Machaca & Yucra, (2022) en su investigación denominada "Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de estiércol de ovino para la vía Canchi Grande de bajo tránsito, Caracoto - Puno 2022", el objetivo principal de esta investigación fue mejorar las cualidades físico-mecánicas de la subrasante de esta carretera mediante la inclusión de ceniza de estiércol de ovino. Específicamente adaptada a este escenario, la investigación utilizó una metodología cuantitativa que se caracterizó por un diseño cuasi-experimental y explicativo. En los ensayos realizados en las fosas C-1, C-2 y C-3, con un óptimo del 5% de ceniza, se encontraron índices de plasticidad del 9%, 12% y 10%, contenidos de humedad del 18,8%, 18,60% y 18,91% y densidades secas máximas de 1,713gr/cm³, 1,699gr/cm³ y 1,712gr/cm³, respectivamente. También mostraron contenidos de humedad de 10,44%, 9,03% y 14,75%, respectivamente. En cuanto al California Bearing Ratio (CBR), las cifras fueron 9,5%, 10,80% y 9,5%, respectivamente. La conclusión de que la ceniza de estiércol de oveja es beneficiosa para mejorar las cualidades del suelo subyacente en la carretera de Canchi Grande se alcanza a pesar de que los costes asociados a la adición de la ceniza han aumentado en un 3%. Las ventajas a largo plazo justifican esta inversión.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Estiércol

El término "estiércol" hace referencia a los desechos orgánicos de animales, utilizados como fertilizantes en la agricultura. Cuando se seca, se emplea como combustible. Estudios indican que el estiércol de ganado bovino es especialmente relevante debido a su elevada producción y su extenso uso en entornos rurales. Esto se debe a que dicho estiércol es generado a través de un proceso de digestión anaeróbica de los residuos alimentarios del ganado bovino, resultando en un producto final que posee una mayor duración y coherencia (Mamani, 2023).

Figura 1

Estiércol de ovino



El estiércol de oveja, también conocido como "cenizas de estiércol de ovino", es un fertilizante orgánico altamente valorado por su equilibrio en nutrientes para el suelo y su estabilidad. Contiene aproximadamente 2,09% de nitrógeno, 0,36% de fósforo y 0,66% de potasio, además de un 32,96% de materia orgánica y un pH de 7,43. Antes de su aplicación, el estiércol de oveja debe ser madurado para evitar que las plantas se quemen, y se recomienda mezclarlo con paja y dejarlo reposar durante unos meses. Es un abono que no suele oler demasiado, incluso en estado fresco, y una vez compostado, su olor es leve y no desagradable. Su uso adecuado es esencial para la nutrición del suelo y el crecimiento de las plantas (Tortosa et al., 2015).

El estiércol de ovino, cuando se utiliza en la subrasante, se refiere a la incorporación de los desechos orgánicos generados por ovejas en la capa de terrestre ubicada debajo de la estructuración del pavimento. Este material orgánico puede aportar nutrientes al suelo, mejorar su estructura y, en algunos casos, contribuir a la estabilización del suelo. La aplicación de estiércol de ovino en la subrasante puede tener beneficios en términos de sostenibilidad y mejora de las características del suelo, aunque su efectividad dependerá de diversos factores, como la composición del estiércol, las condiciones del suelo y el contexto específico del proyecto.

2.2.2 Cenizas

Se refiere a una ceniza generada mediante elevadas temperaturas que conducen a la combustión y/o la incineración a temperaturas específicas, oscilando entre 250°C y 800°C, entre otros rangos. Este proceso resulta en la formación de residuos minerales, predominantemente compuestos por alúmina y sílice (Mamani, 2023).

De acuerdo con la norma ASTM C618-03, las cenizas pueden clasificarse en tres categorías principales:

- Este grupo contiene las cenizas que contienen puzolanas naturales, independientemente de si han sido quemadas o no. Ejemplos de cenizas que entran en esta categoría son la tierra de diatomeas, la opalina, el horsteno, la pizarra, la pumicita y la ceniza volcánica. La pizarra y la arcilla son dos ejemplos de materiales que entran en esta categoría. Estos materiales requieren calcinación para producir cualidades particulares.
- La combustión de carbones antracitas o bituminosos da lugar a la producción de cenizas volantes con propiedades puzolánicas, lo que corresponde a su clasificación como Clase F.



- La calcinación de lignito o de carbones sub-bituminosos da lugar a la producción de cenizas volantes que poseen a la vez cualidades cementantes y puzolánicas. Este tipo de cenizas volantes se denomina Clase C.

Cenizas de estiércol

Esta ceniza es el desecho sólido que se produce como resultado de la combustión de los residuos de estiércol. Es totalmente natural y no ha sido alterada con ningún aditivo químico. La incorporación de esta sustancia al hormigón, que posee capacidades puzolánicas, tiene el potencial de mejorar en gran medida una serie de métricas, como el pH, la resistencia a la tracción y a la compresión, así como de aumentar significativamente la durabilidad del hormigón, entre otras características esenciales (Mamani, 2023).

Las cenizas de estiércol de ovino se refieren a los residuos sólidos que quedan después de quemar o incinerar el estiércol de oveja. El proceso de obtención de estas cenizas implica someter el estiércol a altas temperaturas, lo que resulta en la reducción de la materia orgánica y la concentración de minerales presentes en el estiércol.

Estas cenizas suelen contener diversos nutrientes esenciales, como potasio, fósforo, calcio y otros oligoelementos. Además, pueden ser utilizadas como fertilizante debido a su contenido mineral, lo que las convierte en una fuente potencial de nutrientes para las plantas.

Figura 2

Cenizas del estiércol de ovino



Nota: Tomada de Google

2.2.3 Suelo

Debido a la importancia del suelo como material en una diversidad de proyectos de infraestructura civil, es esencial que los profesionales que trabajan en la industria de la construcción tengan una comprensión completa de los procedimientos para probar y analizar las propiedades del suelo. Un conocimiento profundo de esta información es esencial para así lograr determinar la capacidad de carga del suelo (Braja, 2014).

Las gravas se pueden encontrar en una gran variedad de tamaños. En cambio, la mayor parte de la arena se compone de partículas formadas por cuarzo y feldespato. En cambio, el limo está compuesto por trozos de cuarzo extremadamente diminutos. Por otra parte, las arcillas se distinguen por la presencia tanto de minerales arcillosos submicroscópicos como de diminutas partículas laminadas (Portilla & Andaluz, 2022).

2.2.3.1 Clasificación de suelos**Figura 3**

Símbolos estándar para el perfil de las calicatas según la normativa AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 4

Símbolos estándar para el perfil de las calicatas según la normativa SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo.
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino.		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcilla.
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa.		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad.
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino.		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios.		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micáceo o diatomáceo, limo elástico.
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa.		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico.		
	Turba, suelo considerablemente orgánico.		

2.2.3.2 Características de los suelos

a) Límite de Atterberg

Cuando se tritura una arcilla determinada, los límites determinan los niveles de humedad a los que la arcilla pasa por diversos estados de consistencia en función de las condiciones del proceso de trituración. En el proyecto de norma elaborado por el grupo francés especializado en mecánica de suelos, estas limitaciones se describen de forma clara y concisa (Gutiérrez, 2017).

Según (Cadillo, 2021) los límites, son una forma de describir la consistencia del suelo en correlación con la cantidad de humedad que contiene. Para establecer el límite líquido, que es una de estas limitaciones, se utiliza un procedimiento normativo. Este procedimiento implica el uso de la cuchara Casagrande, que se utiliza para golpear la muestra mientras se hace girar la manivela. Una vez que el contenido de humedad alcanza un nivel superior al punto en el que la mezcla de suelo y agua alcanza una consistencia plástica, se determina que se ha alcanzado el límite plástico. El límite de la contracción se establece cuando no se produce ningún cambio en el volumen de la muestra como resultado de la pérdida de humedad. Otra métrica que puede utilizarse para definir el suelo basándose en este criterio es el Valor de fluencia plástica, que se obtiene a partir de la discrepancia entre los límites líquido y plástico y se calcula.

Tabla 2*Valor de fluencia plástica*

IP	Nominación
IP > 20	Alta
IP < 20	Media
IP > 7	Baja
IP < 7	No plástico NP
IP = 0	

Para determinar estos puntos cruciales de humedad, se mide el contenido natural de agua (w) de las muestras que no han sido alteradas y, a continuación, se expresa como porcentaje del peso seco de la muestra. El Valor de fluencia plástica (IP)

se determina restando el límite líquido del límite plástico mediante el cálculo de la diferencia (Gutiérrez, 2017).

b) Humedad

La relación fraccional entre la fase líquida del suelo, que es el agua, y su fase sólida, compuesta por partículas minerales, es lo que mide el índice de humedad del suelo (IMS). Debido a su influencia directa en el comportamiento mecánico y las cualidades físicas del suelo, este indicador es vital para comprender la capacidad de retención de agua del suelo. Los datos sobre la plasticidad y la consistencia del suelo pueden obtenerse determinando la relación entre el agua y las partículas minerales. Esta relación influye en aspectos esenciales del suelo, como su capacidad portante, permeabilidad y compactación (Gutiérrez, 2017).

c) Granulometría

Facilita la identificación del perfil de tamaños de las partículas presentes en el suelo. Esta fase implica el tamizado del suelo según criterios técnicos específicos, permitiendo visualizar la variedad de tamaños que componen la muestra. A partir de esta información, es posible realizar estimaciones, con mayor o menor precisión, de otras propiedades del suelo que puedan resultar relevantes. El análisis de gradación tiene como objetivo principal determinar la proporción de los diversos componentes del suelo, organizados según su tamaño, proporcionando así una visión detallada de la composición del suelo en estudio (Gutiérrez, 2017).

d) Capacidad de soporte

En el ámbito de la ingeniería civil, particularmente en la geotecnia, el California Bearing Ratio (CBR) se refiere a un índice que mide la resistencia al corte de un suelo en comparación con una muestra de referencia, generalmente piedra triturada. Este



indicador es utilizado para evaluar la capacidad de carga de los suelos, siendo de especial importancia en el diseño y construcción de pavimentos y carreteras. Un valor más alto de CBR implica una mejor capacidad del suelo para soportar cargas y resistir deformaciones.

Según lo indicado por Maldonado y Sarrin (2018), el índice de Capacidad Portante (CBR) es un parámetro clave para determinar cuán resistente es la subrasante ante las deformaciones provocadas por actividades como el tránsito vehicular u otras cargas. El cálculo de este índice depende de la densidad y del contenido de humedad de la capa asfáltica que cubre la subrasante. Adicionalmente, de acuerdo con el MTC (2014), la estabilización es un proceso mediante el cual se mejoran las propiedades del suelo utilizando métodos mecánicos y aditivos, ya sean de origen natural o fabricados.

2.2.4 Subrasante

Incluso bajo condiciones climáticas adversas o con cargas desfavorables. Por esta razón, es crucial diseñar métodos de construcción vial que sean tanto eficientes como rentables (Kumar et al., 2017).

Dado su papel fundamental en la determinación de la resistencia mínima necesaria, la subrasante resulta indispensable para la integridad estructural del pavimento. Esta capa, ubicada en la parte interna del pavimento, ofrece soporte a toda la estructura y tiene una profundidad que asegura su capacidad para soportar el peso del tráfico proyectado. Está compuesta por suelo natural que ha sido debidamente modelado y compactado, o en su defecto, por material prestado cuando el suelo local no es adecuado o el diseño geométrico del proyecto lo requiere. Actúa como la base para el pavimento, y se forma a partir de suelo natural (Clavería Vásquez et al., 2018).

Funciones de la capa de subrasante

Tabla 3*Segmentación geomecánica de la subrasante*

Segmentación geomecánica de la subrasante
So: Subr. Inadecuada
S1: Subr. Pobre
S2: Subr. Regular
S3: Subr. Buena
S4: Subr. Muy Buena
S5: Subr. Excelente

Nota: Se extrado del Manual de carreteras (MTC, 2014)

Características de la subrasante

La subrasante juega un rol fundamental en la capacidad de soporte de la estructura de los pavimentos. Esta capa está constituida por suelos que cumplen con las características especificadas en las normativas vigentes, y su compactación adecuada reduce los vacíos, garantizando la estabilidad ante las cargas vehiculares, evitando así posibles deformaciones.

Tabla 4*Tipo de estructura vial y cantidad de excavaciones (calicatas)*

Tipo de carretera	Cantidad mínima de calicatas	Profundidad
Autopistas: vías con un Intensidad Media Diaria Anual (IMDA) superior a 6000 vehículos por día, compuestas por calzadas independientes, cada una con al menos dos carriles.	Entre 4 a 6 calicatas x km	
Carreteras: Duales o Multicarril: vías con una Intensidad Media Diaria Anual (IMDA) de entre 4001 y 6000 vehículos por día, formadas por calzadas independientes, cada una con dos o más carriles.	Entre 4 a 6 calicatas x km	
Carreteras de primera clase: vías que registran una Intensidad Media Diaria Anual (IMDA) de entre 2001 y 4000 vehículos por día, configuradas con una única calzada de dos carriles.	4 calicatas x km	1.50m respecto al nivel de fundación
Carreteras de categoría secundaria: presentan un tráfico diario entre 2000 y 401 vehículos, y consisten en una calzada de dos carriles.	3 calicatas x km	
Vías terciarias: carreteras que registran un Intensidad Media Diaria Anual (IMDA) entre 400 y 201 vehículos por día, y consisten en una calzada de dos carriles.	2 calicatas x km	

2.2.5 Estabilización de suelos

El concepto de "estabilización de suelos" se refiere al proceso mediante el cual se mejoran las propiedades de ingeniería de un suelo, aplicando técnicas mecánicas y añadiendo productos químicos, ya sean de origen natural o manufacturado (MTC, 2014). El objetivo principal es incrementar la resistencia mecánica del suelo y asegurar su durabilidad a lo largo del tiempo o durante la vida útil de un proyecto.

Existen varios métodos de estabilización, que suelen clasificarse en físicos, mecánicos y químicos. La consolidación de la subrasante o de una cimentación de pavimento debe cumplir con ciertos criterios. En muchos casos, la estabilización de la subrasante se logra mediante técnicas físicas, mecánicas o químicas. La presencia de una subrasante arcillosa o limosa puede generar problemas, especialmente cuando el pavimento está húmedo, lo que facilita que los componentes de la base granular se filtren en la subrasante, o que fragmentos de esta última contaminen la base por efecto del bombeo. En situaciones donde el nivel freático está por encima de lo recomendado en el Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, es necesario instalar capas drenantes u otras soluciones complementarias (Escobar et al., 2021).

Según el MTC (2014), diversos elementos deben ser considerados en este proceso. Estos factores incluyen el tipo de suelo a estabilizar.

Estabilidad de la subrasante

La consolidación de la subrasante, como lo define Kumar et al. (2017), es un concepto fundamental en la planificación estructural de pavimentos destinados a infraestructuras viales. Este término hace referencia a la superficie portante de los pavimentos y sigue las directrices establecidas por el Manual del MTC. La estabilidad de esta capa se convierte en un factor crucial para asegurar tanto la funcionalidad como la durabilidad de la red de transporte.

En la práctica, numerosas vías sufren problemas estructurales derivados del incumplimiento de los estándares técnicos especificados. Este incumplimiento genera una degradación en la infraestructura vial, comprometiendo su eficiencia y seguridad. Es imperativo tomar en consideración variables.

Un diseño eficaz, según Kumar et al. (2017), junto con el uso óptimo de materiales adecuados, se establece como un componente esencial para evitar fallos estructurales y garantizar la sostenibilidad de las vías, especialmente aquellas destinadas al transporte de carga pesada. Este enfoque exige una consideración detallada de las cargas dinámicas que la subrasante deberá soportar a lo largo de su vida útil.

Por otro lado, Pateriya et al. (2022) destacan la importancia del uso de refuerzos geosintéticos como una solución eficaz.

2.3 Marco conceptual

- a. Humedad: La cantidad de agua contenida en los poros o en la superficie del suelo se denomina humedad del suelo, y se expresa como un porcentaje en relación con el peso total de agua presente en una masa específica de suelo (Machaca & Yucra, 2022).
- b. CBR: El ensayo de CBR se utiliza para determinar la capacidad portante de suelos compactados, como terraplenes, capas de pavimento y subrasantes. El método Proctor se aplica en laboratorio para evaluar la compactación de los suelos. Consiste en comprimir una muestra de suelo dentro de un molde estandarizado, sumergirla en agua y someterla a presión mediante un pistón, lo que permite categorizar los suelos y medir su resistencia (Pacuy, 2022).
- c. Ceniza: La ceniza se refiere al residuo inorgánico que queda tras un proceso de combustión. Está compuesta principalmente de minerales no combustibles, como sales minerales, óxidos metálicos y sílice. Una parte de la ceniza permanece en el



lugar de la combustión en forma de partículas, mientras que otra parte puede liberarse al aire en forma de humo (Castro, 2019).

- d. Subrasante: La subrasante es una capa fundamental en la construcción de carreteras, cuya función es servir de base para la estructura del firme. Se encuentra entre la explanada nivelada y la estructura de pavimento, formando parte del prisma de la carretera. Su objetivo principal es soportar las fuerzas generadas por el tráfico vehicular (Araujo & Urbano, 2020).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para la presente investigación se aplicó un enfoque cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos empíricos obtenidos mediante experimentos y mediciones directas. El diseño de la investigación es de tipo experimental, lo que permitió evaluar el impacto de las variables seleccionadas en condiciones controladas. Se utilizó un muestreo intencional para seleccionar los materiales y áreas de estudio, asegurando que cumplieran con los criterios específicos del proyecto. Los datos recolectados fueron sometidos a análisis estadístico para identificar patrones, correlaciones y significancia de los resultados obtenidos, facilitando la validación de las hipótesis propuestas (Serrano, 2020).

3.1 Diseño de la investigación

Es fundamental llevar a cabo este tipo de investigación para conseguir resultados sólidos. Esta forma de investigación se utiliza en el contexto de la determinación de una conexión causa-efecto entre variables, al tiempo que se mantiene un control riguroso sobre los parámetros del experimento.

El diseño de la investigación es de tipo experimental, dado que se busca manipular una variable independiente, en este caso la adición de ceniza de estiércol de ovino, y evaluar sus efectos sobre las propiedades mecánicas del suelo de subrasante en la



Avenida Virreyes. A través de este diseño, se implementarán experimentos en condiciones controladas para observar las modificaciones en la capacidad portante y otros parámetros del suelo, lo que permite obtener conclusiones objetivas basadas en los resultados obtenidos.

3.2 Métodos de la investigación

Se denomina método de investigación cuantitativa a la investigación centrada en la compilación y el examen de cifras numéricas y verificables. Se compone de procedimientos y técnicas destinados a medir y cuantificar fenómenos, así como de instrumentos de estudio matemático y estadístico que se utilizan para describir, explicar y predecir. Esta metodología hace hincapié en la objetividad, la generalización de los resultados, la confirmación o contradicción de hipótesis y la Medición comparada de investigaciones comparables entre sí. Es esencial para la realización de investigaciones científicas en ciencias sociales y permite a los científicos formular conclusiones basadas en las pruebas que han reunido (Hadi et al., 2023).

Para esta investigación se emplea el método científico experimental, en el cual se aplican pruebas controladas y repetitivas a muestras de suelo subrasante, con y sin la incorporación de ceniza de estiércol de ovino. Este método busca establecer relaciones causales directas entre la variable manipulada y los resultados obtenidos, lo que facilitará la comprensión del comportamiento del suelo tras la modificación con este aditivo.

3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 Tipo de la investigación

La investigación aplicada es una forma de investigación que se centra en resolver problemas del mundo real en un entorno concreto, utilizando los conocimientos teóricos y las metodologías científicas existentes. Su objetivo principal es aplicar los conocimientos de uno o varios campos especializados para tratar eficazmente requisitos específicos,

dando respuesta a retos dentro de sectores sociales o productivos. Este estudio pretende generar información que pueda aplicarse directamente para abordar problemas sociales o mejorar la productividad. Sirve de vínculo crucial entre la teoría y las aplicaciones prácticas al utilizar los avances técnicos generados a partir de la investigación fundamental (Pimienta et al., 2018).

El estudio es de tipo cuantitativo, ya que se enfoca en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Se realizarán mediciones precisas de variables como el índice de plasticidad, la capacidad portante (CBR) y el nivel de compactación del suelo, permitiendo así obtener resultados medibles y objetivos que respalden las hipótesis planteadas.

3.3.2 Nivel de la investigación

Un tipo de estudio conocido como investigación explicativa se centra en determinar y analizar los vínculos causales entre variables para poder hacer generalizaciones a situaciones que sean comparables. El objetivo principal de este tipo de investigación es contribuir al aumento de los conocimientos existentes mejorando la comprensión de fenómenos que aún no han sido explicados en su totalidad. El investigador tiene la oportunidad de investigar el tema de estudio de forma exhaustiva mediante el uso de esta modalidad de investigación, que es común y se centra en la comprensión de las causas subyacentes y los objetivos de una determinada cuestión (Reyes, 2022).

El nivel de esta investigación es explicativo, pues busca no solo describir las modificaciones observadas en las propiedades del suelo subrasante, sino también entender el mecanismo por el cual la ceniza de estiércol de ovino influye en dichas propiedades. De esta manera, se pretende establecer relaciones causales entre la adición de ceniza y el mejoramiento de la subrasante, contribuyendo a la comprensión profunda del fenómeno.



3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

El término "población" se utiliza en el contexto de la investigación para referirse al grupo completo de personas, objetos o sucesos que tienen un rasgo común y son objeto de la investigación. En investigación es crucial tener esta idea, ya que especifica los límites de las conclusiones que se obtienen y la importancia de esos resultados. La población de un estudio es el grupo de personas sobre el que el investigador pretende extraer inferencias o generalizaciones haciendo uso de los datos adquiridos a partir de una muestra representativa de la población en cuestión (Iglesias, 2021).

La población de estudio en este caso se refiere a la totalidad del suelo subrasante presente en la Avenida Virreyes, ubicada en el distrito de San Miguel. Este suelo será objeto de análisis para determinar cómo varían sus propiedades al introducir la ceniza de estiércol de ovino, y se tomará en consideración tanto la variabilidad natural del suelo como las características del entorno en el que se encuentra.

3.4.2 Muestra

La muestra debe ser aleatoria y lo suficientemente grande para representar fielmente a la población (Castillo et al., 2014).

La muestra de esta investigación será seleccionada mediante un método de muestreo estratificado, recolectando varias muestras de suelo en puntos estratégicos de la Avenida Virreyes. Cada muestra será sometida a diferentes pruebas de laboratorio para evaluar sus propiedades antes y después de la aplicación de ceniza, asegurando que las conclusiones obtenidas sean representativas del área de estudio y permitan una adecuada generalización de los resultados.

Tabla 5

Conteo de muestras probadas bajo condiciones controladas

Descripción	IP	Grado Compactación	CBR
-------------	----	--------------------	-----



S-N	3	3	3
S+ 2% CEO	3	3	3
S+ 5% CEO	3	3	3
S+ 8% CEO	3	3	3
TOTAL	12	12	12

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Un investigador utilizará técnicas de investigación para recopilar, analizar e interpretar datos con el fin de responder a preguntas de investigación o validar hipótesis. Estas técnicas incluyen los procedimientos, procesos e instrumentos específicos que utiliza el investigador. La expresión "técnica de investigación" incorpora todos estos métodos, procedimientos e instrumentos específicos. Los investigadores pueden obtener conocimientos no sólo legítimos sino también fiables con la ayuda de estos procedimientos, que son esenciales para el crecimiento del proceso de investigación (Medina et al., 2023).

3.5.2 Instrumentos

Por "instrumentos de investigación" se entiende el conjunto de herramientas, tecnologías o recursos que utilizan los investigadores para recopilar información para un estudio. La obtención de datos bien organizados y pertinentes que contribuyan a la consecución de los objetivos del estudio o a la resolución de las preguntas planteadas es posible gracias a estos instrumentos, que son esenciales (Medina et al., 2023).

Para este estudio, los instrumentos empleados incluyen:

- La realización de pruebas exhaustivas que aseguran niveles de fiabilidad.
- El uso de equipos y herramientas especializados de laboratorio.
- La documentación meticulosa de los resultados obtenidos en las pruebas.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

El asunto de la evaluación de la eficacia y precisión de los métodos utilizados para recopilar datos a lo largo de un estudio se denomina validación de los instrumentos de investigación. Es imprescindible seguir este procedimiento para garantizar que los resultados derivados sean exactos, íntegros y representativos de la comunidad investigada.

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

La coherencia y estabilidad de los datos obtenidos por un equipo de medición es a lo que se refiere la gente cuando habla de fiabilidad. En términos sencillos, es la capacidad de una herramienta para lograr generar resultados coherentes y reproducibles en una amplia gama de situaciones y condiciones. Cuando se trata de investigación cuantitativa, este rasgo psicométrico es absolutamente necesario para determinar la calidad de los instrumentos de medición que se utilizan (Medina et al., 2023).

La Universidad brindo el certificado de fiabilidad utilizado en esta investigación.

3.7 Procedimiento de recolección de datos

La comprensión exhaustiva y precisa de un tema o asunto concreto puede lograrse mediante la utilización de un enfoque metódico conocido como procedimiento de recopilación de datos. Este enfoque implica la recopilación y evaluación de información procedente de una amplia gama de fuentes. La integridad de una investigación, la capacidad de tomar decisiones empresariales racionales y la garantía de calidad de los resultados obtenidos dependen de la aplicación de este procedimiento.

3.7.1 Procedimiento

Selección de calicatas

Figura 5

Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica los puntos de exploración

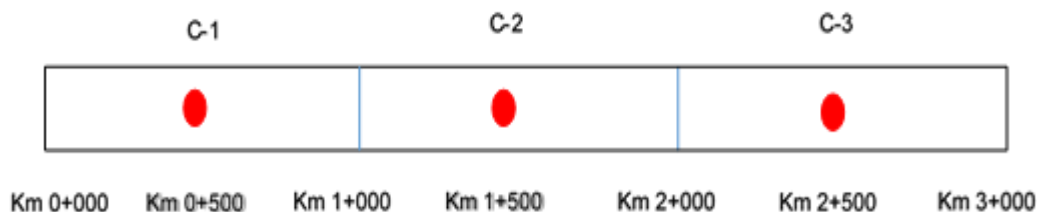


Tabla 6

Descripción técnica de los perfiles estratigráficos

Km	Calicata
0+50	1
1+50	2
2+50	3

La tabla presentada describe las ubicaciones y características de las calicatas (excavaciones o perforaciones exploratorias) realizadas en diferentes tramos de una carretera. Los datos están organizados en cuatro columnas: Tramo, Km, Calicata y Margen, y se proporciona información para tres diferentes calicatas a lo largo de un tramo de carretera.

Tramo: Esta columna especifica los tramos de la carretera donde se realizaron las calicatas, utilizando el formato estándar de kilómetro con puntos de inicio y final. El primer tramo abarca desde el kilómetro 0+000 hasta el 1+000, el segundo tramo va del 1+000 al 2+000, y el tercer tramo cubre del 2+000 al 3+000.

Km: Aquí se detalla la ubicación exacta de cada calicata dentro de su respectivo tramo. La calicata 1 se encuentra en el kilómetro 0+500, la calicata 2 en el kilómetro 1+500, y la calicata 3 en el kilómetro 2+500.

Calicata: Esta columna simplemente numera las calicatas realizadas en cada uno de los tramos. La calicata 1 corresponde al primer tramo, la calicata 2 al segundo tramo, y la calicata 3 al tercer tramo.

Margen: Indica en qué lado del camino se ubica la calicata en cada tramo. La calicata 1 se localiza en el margen derecho, la calicata 2 en el margen izquierdo, y la calicata 3 nuevamente en el margen derecho.

La tabla ofrece una vista clara de la distribución de las calicatas en una carretera, describiendo tanto la posición longitudinal a lo largo de los tramos como su ubicación lateral (margen derecho o izquierdo). Esta información es fundamental para la correcta interpretación de los resultados geotécnicos asociados a cada calicata, permitiendo una relación directa entre las propiedades del suelo y su localización específica en el terreno.

Figura 6

Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica C-1



Figura 7

Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica C-2



Figura 8

Coordenadas de los puntos de investigación geotécnica C-3



Toma de muestra del material

La toma de muestra del material es un procedimiento clave en cualquier proceso de análisis técnico o científico, que consiste en la extracción de una porción representativa del material que será evaluado, con el objetivo de obtener datos precisos sobre sus

propiedades físicas, químicas o mecánicas. Este proceso se lleva a cabo bajo normas y protocolos específicos para asegurar que la muestra obtenida conserve las características originales del material en el entorno donde se encuentra.

Durante la toma de muestra, es fundamental que se garantice la representatividad del material seleccionado. Esto significa que la muestra debe reflejar las variaciones que puedan existir dentro de un lote o depósito de material, ya que cualquier heterogeneidad podría influir en los resultados. La selección del método de muestreo depende del tipo de material, ya sea suelo, roca, agua o aire, y de las propiedades que se desean analizar.

El proceso incluye varios pasos clave, comenzando con la identificación del punto de muestreo, que debe estar estratégicamente ubicado para que la muestra recolectada sea válida para el análisis. Posteriormente, se procede con la recolección de la muestra, asegurándose de que se sigan procedimientos estandarizados para evitar la contaminación o alteración del material. En muchos casos, las muestras se almacenan y transportan en condiciones controladas, ya que cualquier cambio en su entorno podría modificar sus propiedades originales.

Finalmente, la toma de muestra suele realizarse con herramientas y equipos especializados, dependiendo del tipo de material. En suelos, por ejemplo, se utilizan barrenos, calicatas o perforadoras, mientras que para líquidos se pueden emplear bombas o recipientes herméticos. Este proceso meticuloso es fundamental para obtener resultados confiables y reproducibles en los estudios de laboratorio, los cuales servirán de base para análisis más profundos y para la toma de decisiones en proyectos de ingeniería, construcción, investigación científica y otras áreas relacionadas.

Procedimiento:

- Utilizando una pala, se recolectaron muestras de material en puntos clave previamente establecidos según el plan de estudio, garantizando que las condiciones del terreno estuvieran adecuadamente representadas.



- Cada una de las muestras fue cuidadosamente colocada en bolsas selladas para mantener su contenido de humedad original y reducir al mínimo cualquier alteración en sus propiedades físicas y químicas.
- Las bolsas fueron correctamente identificadas con etiquetas que indicaban la información correspondiente a las coordenadas de recolección y el momento preciso en que se realizó la toma de muestra.

Obtención de cenizas de ovino

La obtención de cenizas de ovino es un proceso que consiste en el tratamiento térmico de los residuos sólidos generados por el ganado ovino, principalmente el estiércol. Este proceso se lleva a cabo mediante la incineración controlada del estiércol, lo que resulta en un material mineral fino conocido como ceniza. Las propiedades de estas cenizas dependen de diversos factores, como la temperatura de combustión, el tipo de alimentación del ganado, y las condiciones de almacenamiento previas al tratamiento. El objetivo de este procedimiento es transformar un residuo orgánico en un material de valor agregado, el cual puede ser utilizado en diferentes aplicaciones, una de las más importantes es su incorporación en el mejoramiento de suelos, como es el caso de las subrasantes en proyectos de infraestructura vial.

En la ingeniería civil, específicamente en la construcción de caminos, las subrasantes son la capa de terreno natural sobre la cual se apoyan las estructuras de pavimentación. Estas capas requieren ciertas propiedades mecánicas, como resistencia y estabilidad, para soportar las cargas del tráfico sin deformaciones excesivas. La adición de cenizas de ovino a las subrasantes es una técnica que ha ganado interés debido a las características físicas y químicas de estas cenizas, que incluyen una alta concentración de calcio, potasio y otros minerales. Estos componentes mejoran la cohesión del suelo y su capacidad de carga, lo que resulta en un material más resistente a la compresión y menos susceptible a los cambios de humedad. Además, el uso de cenizas de origen ovino



contribuye a la sostenibilidad ambiental, al reducir la cantidad de residuos agrícolas y promover su reutilización en aplicaciones constructivas.

La integración de cenizas de ovino en subrasantes no solo mejora la capacidad portante del suelo, sino que también actúa como un estabilizador natural. Esto es particularmente útil en terrenos donde la calidad del suelo no es adecuada para soportar estructuras viales de manera eficiente. Las cenizas, al ser incorporadas en el suelo, reaccionan químicamente con los componentes naturales del mismo, creando enlaces que aumentan su rigidez y disminuyen la deformabilidad. Este proceso es similar al que ocurre con otros aditivos estabilizadores como la cal o el cemento, pero con la ventaja de ser una solución más económica y amigable con el medio ambiente, dado que utiliza un subproducto natural.

Por otro lado, la investigación sobre el uso de cenizas de ovino en la construcción de subrasantes ha demostrado que este material puede reducir los costos de construcción, ya que disminuye la necesidad de extraer materiales naturales de canteras, los cuales suelen ser más costosos y tienen un mayor impacto ambiental. Asimismo, el proceso de producción de cenizas a partir del estiércol ovino es relativamente sencillo, requiriendo únicamente un control adecuado de las condiciones de combustión para asegurar la obtención de un producto final homogéneo y de calidad. Este enfoque también puede ser adaptado a diferentes regiones, donde la cría de ovejas es una actividad común, permitiendo una solución local y sustentable para el sector de la construcción.

Equipamiento y materiales utilizados:

- Área de secado controlada.
- Equipo para la combustión.

3.7.2 Ensayos en laboratorio

a. **Contenido de humedad:** El contenido de humedad se refiere a la cantidad de agua presente en un material, normalmente expresada como un porcentaje del peso total del material. Este parámetro es de gran relevancia en diversos campos como la ingeniería, la construcción, la agricultura y la ciencia de los materiales, ya que afecta directamente las propiedades físicas y mecánicas de los materiales involucrados. Para determinar el contenido de humedad, se compara la masa de un material en su estado húmedo con su masa en estado seco, siendo este último obtenido generalmente a través de un proceso de secado en horno a una temperatura controlada hasta alcanzar un peso constante.

En el contexto de los suelos, el contenido de humedad es crucial para evaluar su capacidad de carga y su comportamiento frente a factores como la compactación, la permeabilidad y la estabilidad estructural. Un suelo con exceso de humedad puede volverse inestable, mientras que uno demasiado seco puede perder cohesión, afectando su resistencia. Por ello, el control del contenido de humedad en suelos, especialmente en aquellos utilizados en subrasantes y otras capas estructurales, es esencial para garantizar la durabilidad y el buen desempeño de las infraestructuras viales. Además, en materiales de construcción como el concreto, ladrillos y morteros, el contenido de humedad influye en la resistencia, durabilidad y tiempo de fraguado. Un contenido de humedad inadecuado puede generar problemas como grietas, asentamientos o pérdida de propiedades mecánicas, por lo que su control es fundamental en los procesos de fabricación y mantenimiento de estos materiales.

Procedimiento:

- La muestra es colocada en una estufa previamente calentada a una temperatura de 110 ± 5 °C, donde el calor facilita la evaporación gradual del agua contenida en el material, permitiendo un secado controlado.



- Una vez completado el secado, la muestra es retirada de la estufa y se deja enfriar a temperatura ambiente, asegurando que alcance un estado térmico estable antes de proceder con nuevas mediciones.
- Finalmente, se registra con precisión el peso de la muestra después de haber sido enfriada, y estos datos son almacenados cuidadosamente para su posterior análisis.

b. Límites de consistencia: El límite de consistencia se refiere a las propiedades relacionadas con el estado físico y la plasticidad de un suelo, especialmente aquellos que contienen una alta proporción de partículas finas, como arcillas y limos. Estos límites definen las transiciones entre diferentes estados de consistencia del suelo cuando varía su contenido de humedad. La determinación de los límites de consistencia es fundamental para comprender el comportamiento mecánico de los suelos y es clave en estudios de geotecnia y construcción, ya que influye en la capacidad del suelo para ser manipulado, compactado o soportar cargas.

Existen tres tipos principales de límites de consistencia: el límite líquido, el límite plástico y el límite de contracción. Estos límites fueron originalmente definidos por el ingeniero sueco Albert Atterberg, y por ello se conocen comúnmente como "límites de Atterberg".

Procedimiento LP:

- Una vez que la muestra ha colapsado de manera controlada, se transfiere con precaución a recipientes de vidrio u otros adecuados para proceder con el pesaje.
- Es necesario asegurar un peso mínimo de 6 gramos de muestra para garantizar que los resultados obtenidos sean representativos y precisos.
- Se realiza un análisis adicional del contenido de humedad, lo que permite correlacionar las propiedades plásticas de la muestra con su nivel de humedad.



- El proceso final implica determinar el peso de la muestra en estado seco, y los datos obtenidos de este paso se documentan cuidadosamente para su análisis posterior.

Procedimiento LL:

- Con cuidado, el espécimen se coloca en una bandeja y se procede a añadir de manera gradual una medida exacta de entre 0.0150 y 0.02 litros de líquido destilado. Este paso inicial es esencial para obtener una mezcla uniforme y homogénea.
- La incorporación del líquido se realiza de manera controlada, asegurando una distribución uniforme para evitar inconsistencias en la mezcla, lo cual es fundamental para asegurar la representatividad en la determinación de los límites líquidos.
- Cuando la mezcla alcanza un espesor máximo de un centímetro en su punto más alto, se procede a nivelar con precisión hasta alcanzar dicha medida. Esta uniformidad es clave para asegurar la fiabilidad de los resultados. Con la máquina ranuradora, se dispersa la mezcla de manera controlada dentro de la copa de bronce, y el espécimen se prepara para la siguiente fase del ensayo.
- El número de golpes necesarios para cerrar la ranura, de aproximadamente 13 milímetros de longitud, se mide cuidadosamente. Esta información es vital para calcular con precisión los límites líquidos del suelo. Se extrae una muestra representativa de la región central donde ocurrió el cierre, y esta muestra se somete a un proceso de secado controlado en un horno, antes de ser pesada con precisión.
- Una vez secada la muestra, se calcula su peso utilizando la tara correspondiente. Los datos obtenidos se registran detalladamente y se calcula el contenido de humedad, proporcionando información clave para comprender las características hídricas del suelo.

c. Análisis granulométrico: El análisis granulométrico es un procedimiento utilizado para determinar la distribución de los tamaños de las partículas en un material granular, como los suelos, agregados o materiales similares. Este análisis es esencial en la ingeniería civil, geotecnia y en la industria de materiales de construcción, ya que la distribución de los tamaños de las partículas afecta directamente las propiedades mecánicas, como la permeabilidad, la compacidad, la estabilidad y la capacidad de carga de los suelos o agregados. Comprender la granulometría de un suelo permite predecir su comportamiento frente a distintos usos, desde la construcción de carreteras y cimientos hasta su capacidad para drenar el agua.

El análisis granulométrico se lleva a cabo mediante dos métodos principales: el tamizado y la sedimentación. Ambos métodos son complementarios y se utilizan dependiendo del tipo de suelo o material que se estudia, y del tamaño de las partículas involucradas.

d. Proctor modificado: Las condiciones óptimas bajo las cuales un suelo debe ser compactado para alcanzar su máxima estabilidad y capacidad de carga. A diferencia del ensayo Proctor estándar, el Proctor modificado utiliza una mayor energía de compactación, lo que resulta en suelos más densos, siendo por ello más apropiado para proyectos que requieren una alta capacidad portante o donde las cargas estructurales son más intensas.

Procedimiento del ensayo Proctor modificado

El ensayo Proctor modificado sigue un procedimiento estándar que consiste en compactar una muestra de suelo en un molde cilíndrico utilizando un martillo de compactación. La principal diferencia con el ensayo Proctor estándar radica en la mayor energía aplicada en cada golpe del martillo. En este caso, se utiliza un martillo de mayor peso (4.54 kg o 10 libras) y se deja caer desde una altura más elevada (45.7 cm), lo que genera una energía de compactación de 2700 kN·m/m³. El suelo se compacta en capas, generalmente cinco, en un molde que tiene un volumen conocido (1/30 de pie cúbico), y cada capa se golpea un número específico de veces (25 golpes).

Después de compactar cada muestra de suelo con diferentes contenidos de humedad, se determina la densidad seca correspondiente a cada nivel de humedad. El contenido de humedad óptimo es el punto donde el suelo alcanza su densidad máxima seca, es decir, donde se obtiene el mayor grado de compactación posible con el mínimo de humedad.

Importancia del ensayo Proctor modificado

El ensayo Proctor modificado es ampliamente utilizado en proyectos que requieren una compactación más intensa, como las capas de subrasante en carreteras, plataformas de aeropuertos, y otras estructuras sometidas a cargas pesadas. Un suelo adecuadamente compactado es menos propenso a asentamientos diferenciales, mejora su resistencia al corte, y es menos vulnerable a los efectos negativos de la humedad y el agua subterránea. La densidad máxima seca obtenida del ensayo Proctor modificado es un valor de referencia crítico para los ingenieros, ya que establece el nivel de compactación que debe alcanzarse en el sitio de construcción para garantizar la estabilidad estructural a largo plazo. Por otro lado, el contenido de humedad óptimo es igualmente importante, ya que permite que el suelo sea lo suficientemente cohesivo para compactarse adecuadamente, pero sin exceso de agua, lo que podría reducir su resistencia y causar problemas como la saturación o la plasticidad excesiva del suelo.

e. CBR: Se trata de una medida que indica la resistencia de un suelo bajo condiciones de carga, especialmente en infraestructuras como carreteras y pistas de aeropuertos. Al comparar la resistencia de un suelo con la de un material de referencia, generalmente de alta calidad, se obtiene un valor que permite clasificar el suelo según su capacidad de soportar cargas pesadas. A mayor CBR, mayor es la resistencia del suelo, lo que implica que este será más adecuado para su uso en subrasantes o bases de pavimentos.

El ensayo CBR se realiza compactando una muestra de suelo en un cilindro y sometiéndola a una penetración controlada mediante un pistón. Durante esta penetración, se mide la resistencia que ofrece el suelo y se compara con los valores estándar de referencia, los



cuales han sido establecidos para materiales de alta resistencia. A través de este proceso, se puede identificar cuán estable es un suelo frente a cargas, y cómo se comportará en condiciones reales de uso. Los resultados obtenidos, expresados en porcentaje, permiten a los ingenieros saber si el suelo necesita ser mejorado o reforzado antes de proceder con la construcción.

Este método es especialmente importante en la construcción de pavimentos flexibles, ya que permite determinar el espesor adecuado de las capas de suelo y material granular que conformarán la estructura del pavimento. Si el suelo presenta un bajo valor de CBR, será necesario aumentar el grosor de las capas o mejorar el suelo con aditivos como cal o cemento para asegurar la estabilidad de la estructura. Por otro lado, un valor alto de CBR indica que el suelo tiene una buena capacidad portante y que las capas necesarias para el pavimento serán más delgadas, lo que contribuye a optimizar los costos de construcción.

El ensayo CBR también es clave en el análisis de la estabilidad de suelos en áreas con condiciones geológicas complejas o en suelos que presentan problemas de saturación de agua. Un suelo con un alto contenido de humedad tiende a tener un valor bajo de CBR, ya que el agua reduce la fricción entre las partículas del suelo y lo hace más susceptible a la deformación bajo cargas. Por ello, este ensayo no solo mide la resistencia del suelo, sino que también ayuda a identificar condiciones que pueden requerir un tratamiento previo, como la desecación o la compactación adicional, para mejorar su capacidad de soporte.

En definitiva, el ensayo CBR es una herramienta fundamental para garantizar que las estructuras que se apoyan sobre suelos, como carreteras y pistas, tengan una base estable y resistente. Permite a los ingenieros tomar decisiones informadas sobre el grosor de las capas de pavimento y la necesidad de estabilizar el suelo. Además, contribuye a evitar problemas futuros relacionados con asentamientos diferenciales o fallas estructurales, asegurando la longevidad y seguridad de las infraestructuras.



3.8 Procesamiento y análisis de datos

Durante esta fase del proyecto de investigación, nuestro principal objetivo es convertir los datos recopilados en conocimientos ricos en significado empleando métodos especializados. Se trata de aplicar algoritmos eficaces que nos permitan extraer información valiosa de los datos brutos. Para garantizar que este procedimiento se lleva a cabo de forma eficaz, realizamos evaluaciones de prueba que nos ayudan a determinar la fiabilidad y autenticidad de la información recibida.

El procesamiento y análisis de datos es una fase crítica dentro del proceso de investigación, que implica la transformación y evaluación sistemática de la información recopilada para extraer conclusiones significativas. El procesamiento abarca desde la organización inicial de los datos brutos hasta su depuración, clasificación y estructuración en formatos que sean adecuados para su interpretación posterior. Este paso garantiza que la información esté completa, limpia y libre de inconsistencias, lo cual es fundamental para evitar sesgos o errores en los resultados.

Por otro lado, el análisis de datos consiste en la aplicación de técnicas estadísticas, matemáticas o computacionales que permiten identificar patrones, relaciones y tendencias dentro de los datos organizados. A través del uso de herramientas específicas, como software estadístico o algoritmos de modelado, los investigadores pueden interpretar los datos, validar hipótesis y responder a las preguntas planteadas inicialmente en la investigación. Este proceso no solo busca comprender la estructura subyacente de los datos, sino también evaluar la significancia de los resultados en relación con los objetivos de estudio.

En conjunto, el procesamiento y análisis de datos permiten convertir la información recopilada en conocimiento útil, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas y la generación de nuevos hallazgos en cualquier área de investigación.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo se realiza un análisis detallado de los resultados obtenidos en pruebas de laboratorio, centrándose en las propiedades de los suelos de subrasantes de una vía. Se examinan los efectos de la inclusión de cenizas de ovino en porcentajes del 2%, 5% y 8% en el suelo.

Se destaca la combinación óptima de suelo y dosis de cenizas de ovino que arroja los mejores resultados físicos y mecánicos. Estos hallazgos son esenciales para comprender el impacto de la incorporación de cenizas de ovino en las propiedades del suelo de subrasantes de la vía, siendo el núcleo central de la investigación. La discusión detallada proporciona una visión clara de los aspectos más relevantes de la investigación.

4.1.1 *Composición del suelo subrasante*

a. **Presencia de humedad**

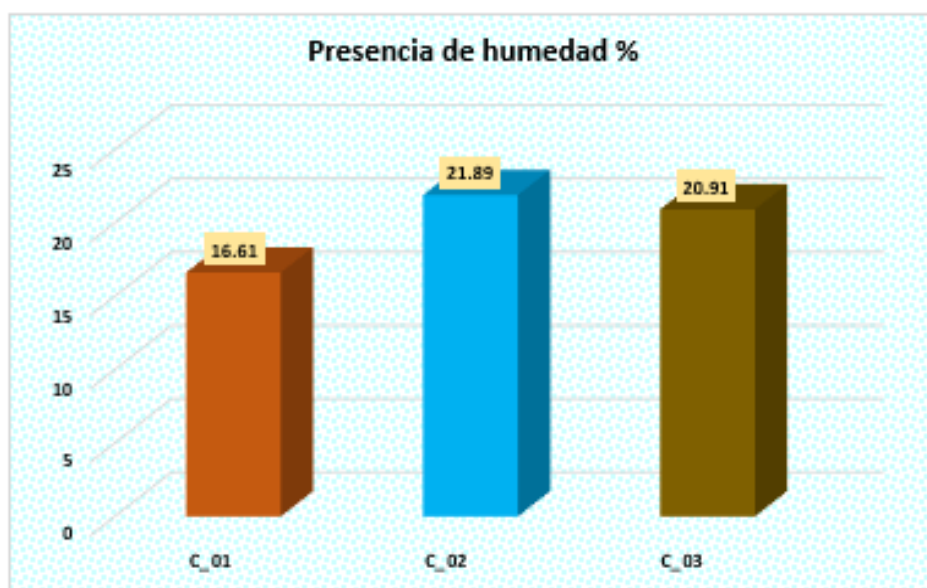
Tabla 7

Nivel higrométrico en los sondeos exploratorios

Presencia de humedad (%)	
Exploración-Calicata	(%) Humedad
C_01	16.61
C_02	21.89
C_03	20.91
Media	19.80

Figura 9

Presencia de humedad en las calicatas



Se presenta los niveles de humedad en las calicatas realizadas en la subrasante de la Avenida Virreyes. Durante el proceso de recopilación de muestras, se extrajeron materiales representativos de la subrasante destinadas a análisis de humedad. Tras una exhaustiva evaluación, se determinó que el Media de humedad en las muestras analizadas fue del 19.80%.

b. Análisis granulométrico

Tabla 8

Distribución granular de C-01

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"				
3/8"	100.00	10.00	10.00	90.00
N° 4	94.87	9.49	19.49	80.51
N° 10	96.12	9.61	29.10	70.90
N° 20	94.64	9.46	38.56	61.44
N° 40	92.87	9.29	47.85	52.15
N° 50	93.14	9.31	57.16	42.84
N° 100	89.45	8.95	66.11	33.89
N° 200	83.78	8.38	74.49	25.51
BASE	255.13	25.51	100.00	0.00
TOTAL	1000.00	100.00		
% PERDIDA	25.51			

Figura 10

Distribución granular de C-01

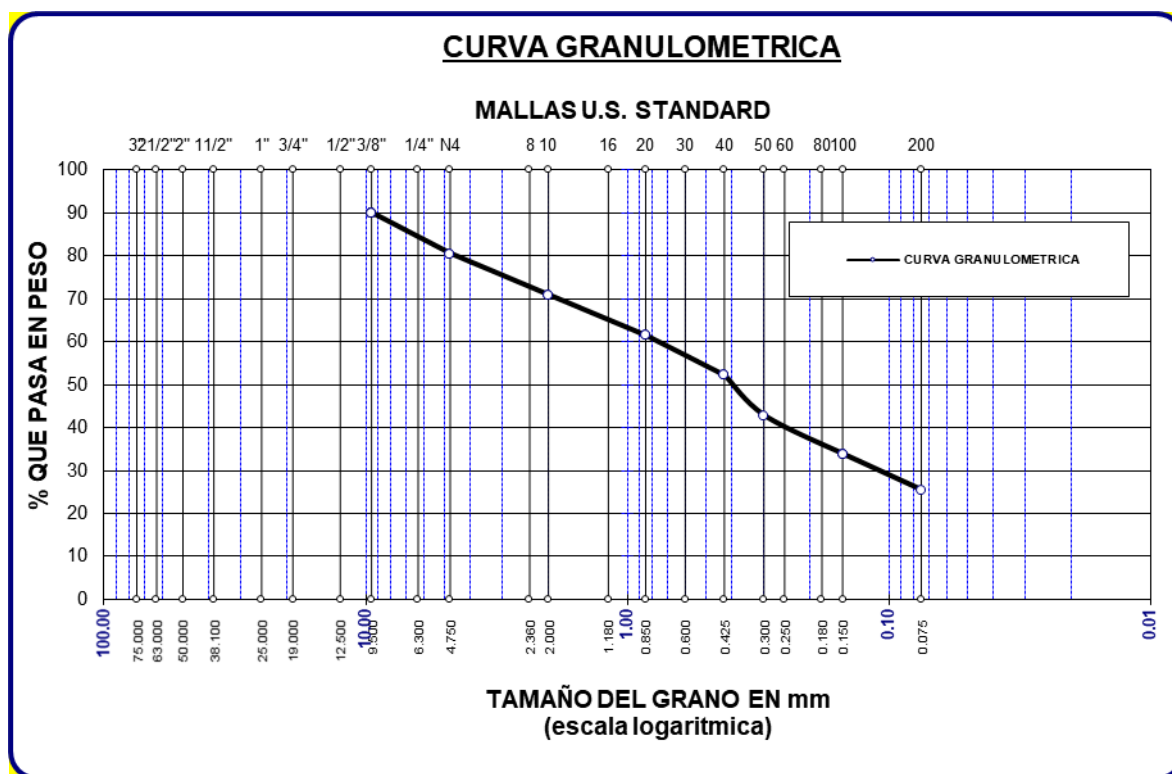


Tabla 9

Distribución granular de C-02

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"				
3/8"	100.00	10.00	10.00	90.00
N° 4	93.12	9.31	19.31	80.69
N° 10	92.89	9.29	28.60	71.40
N° 20	97.85	9.79	38.39	61.61
N° 40	86.23	8.62	47.01	52.99
N° 50	84.53	8.45	55.46	44.54
N° 100	91.62	9.16	64.62	35.38
N° 200	75.64	7.56	72.19	27.81
BASE	278.12	27.81	100.00	0.00
TOTAL	1000.00	100.00		
% PERDIDA	27.81			

Figura 11

Distribución granular de C-02

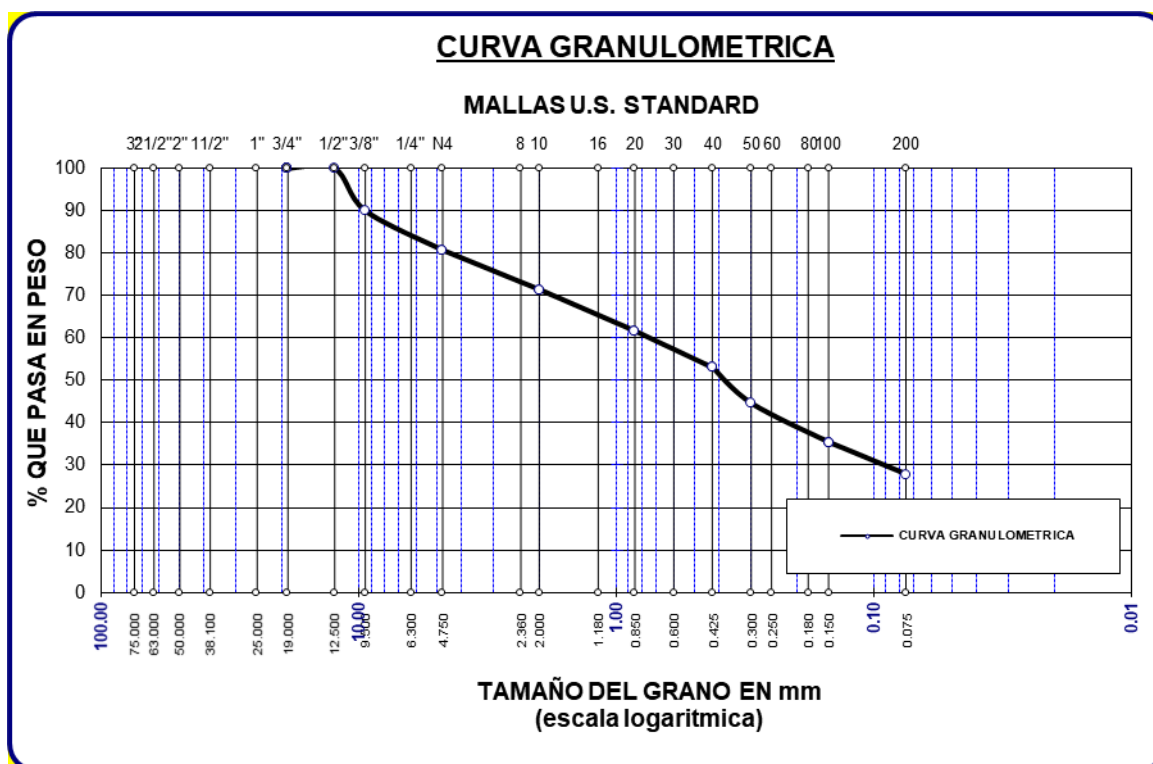


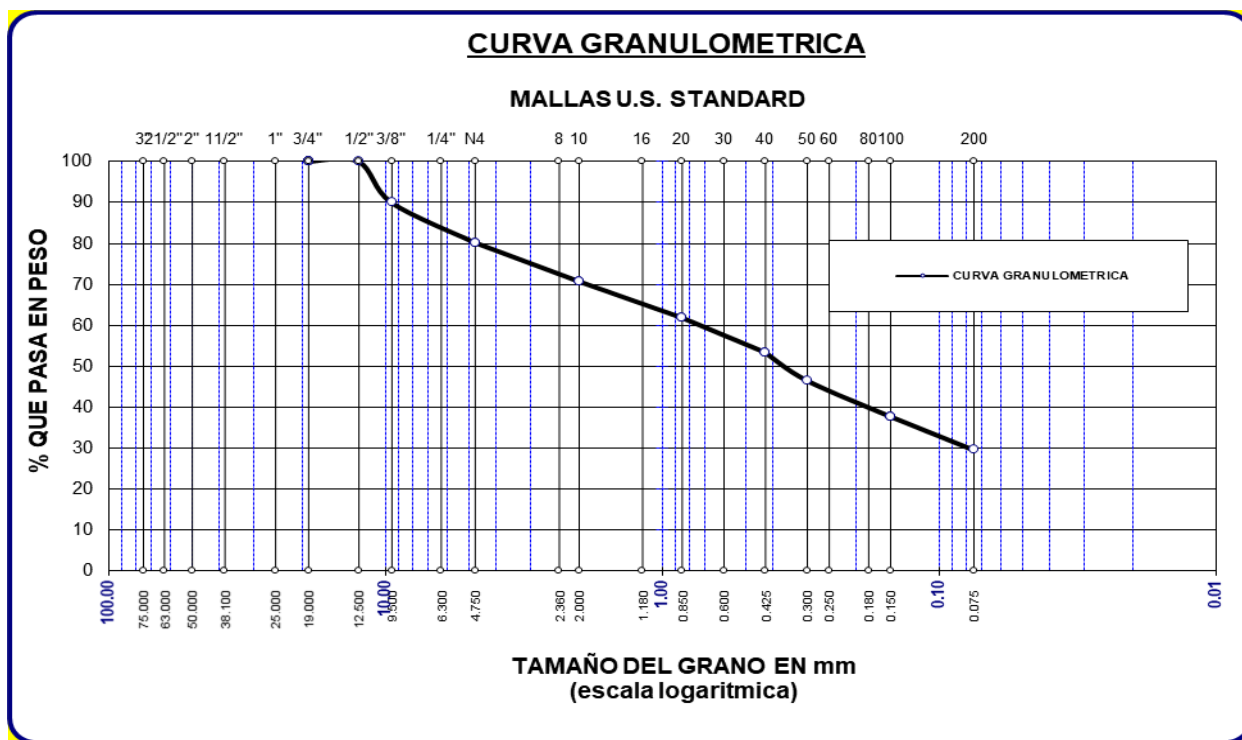
Tabla 10

Distribución granular de C-03

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"				
3/8"	100.00	10.00	10.00	90.00
N° 4	97.45	9.75	19.75	80.26
N° 10	94.62	9.46	29.21	70.79
N° 20	88.26	8.83	38.03	61.97
N° 40	84.68	8.468	46.501	53.499
N° 50	68.75	6.875	53.376	46.624
N° 100	87.68	8.768	62.144	37.856
N° 200	81.56	8.156	70.3	29.7
BASE	297.00	29.70	100.00	0.00
TOTAL	1000.00	100.00		
% PERDIDA	29.70			

Figura 12

Distribución granular de C-03



c. Valor de fluencia plástica

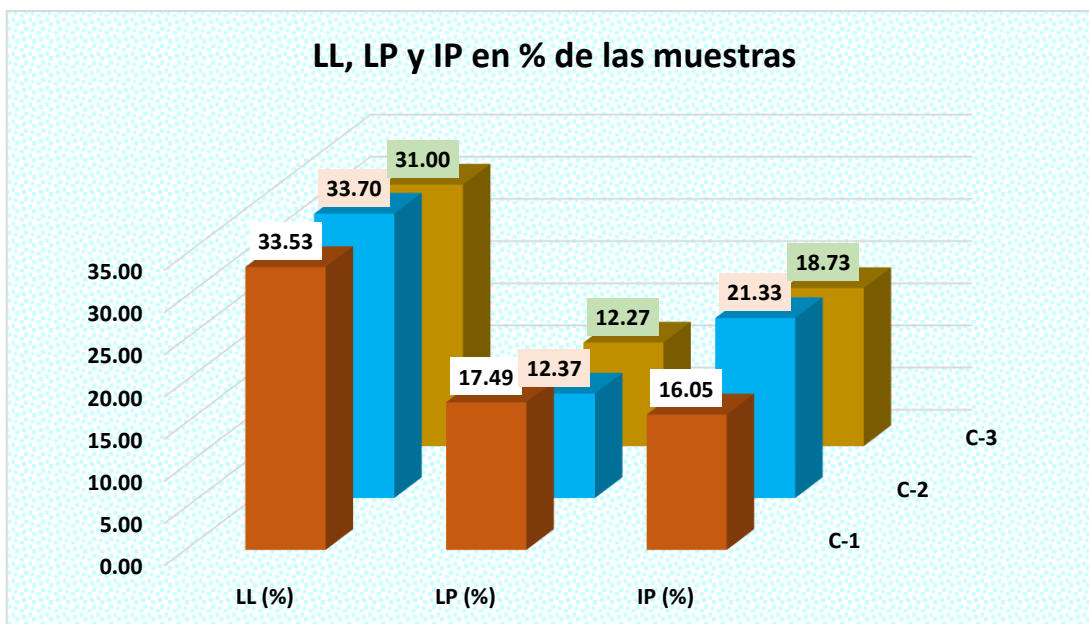
Tabla 11

Grado de plasticidad de las muestras intactas

Límites de Atterberg–Subrasante			
Punto	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Ca-1	33.53	17.49	16.05
Ca-2	33.70	12.37	21.33
Ca-3	31.00	12.27	18.73
Media	-	-	18.70

Figura 13

Medición de plasticidad en suelos no tratados



En el análisis comparativo, se examina el Valor de fluencia plástica derivado de las evaluaciones realizadas en diversas calicatas. Los resultados revelan un Media significativo de 18.70 en dicho índice, proporcionando el valor Media sobre la plasticidad del suelo en las ubicaciones analizadas.

d. Grado de compactación

Tabla 12

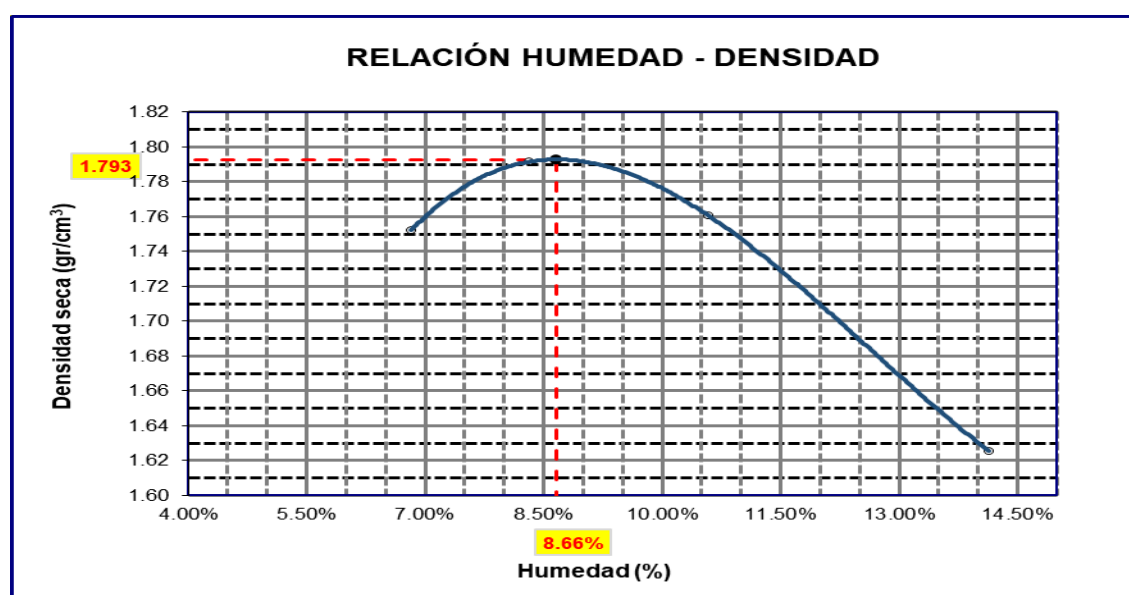
Grado de consolidación de la subestructura vial

Grado de Compactación – Subrasante		
Punto	MDS(gr/cc)	OCH(%)
Ca-1	1.793	8.66
Ca-2	1.804	8.28
Ca-3	1.809	8.86
Media	1.802	8.6

La tabla nos enseña de manera resumida los valores que correspondan a el análisis de datos concernientes al grado de compactación, por ende, en el resumen tenemos que para la calicata 1 se alcanzó los valores de 1.793gr/cm², seguidamente 1.804gr/cm² y por último, pero no menos importante 1.809kg/cm² por otra parte los valores de OCH fueron también significativos teniendo 8.66% de la calicata 1, seguidamente 8.2% y finalmente 8.86% en el caso de la calicata número 3. Se obtuvieron los valores Medias de acuerdo al estudio y se generaron los siguientes: 1.802 gr/cm² para el MDS y por último el 8.60% de humedad de las muestras.

Figura 14

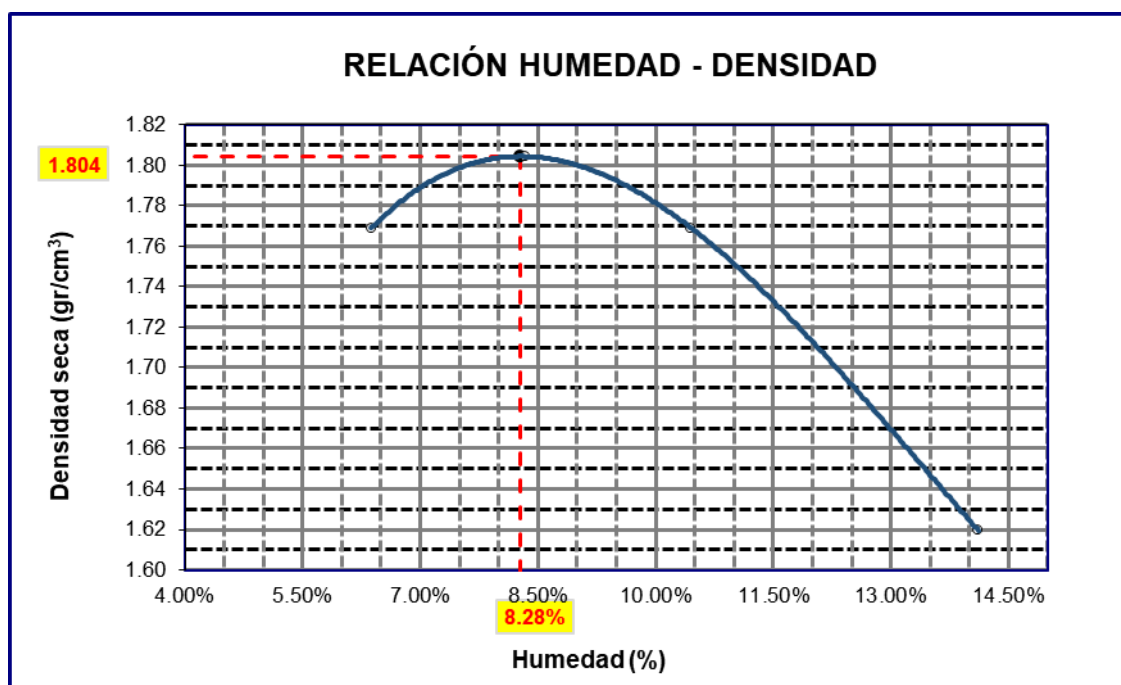
Grado de consolidación de la subestructura vial C-1



Mediante la gráfica de la siguiente, tendremos como se mueven los valores del suelo respecto a la relación de humedad de las muestras, para este caso en particular tenemos que las muestras evolucionan de manera particular teniendo que alcanzan algunos de los valores siguientes como lo son 8.66% de humedad y cuya densidad respectiva será de 1.793gr/cm², estos valores que fueron relatados en la gráfica son procedentes de la calicata número 1, obtenidos de la avenida virreyes.

Figura 15

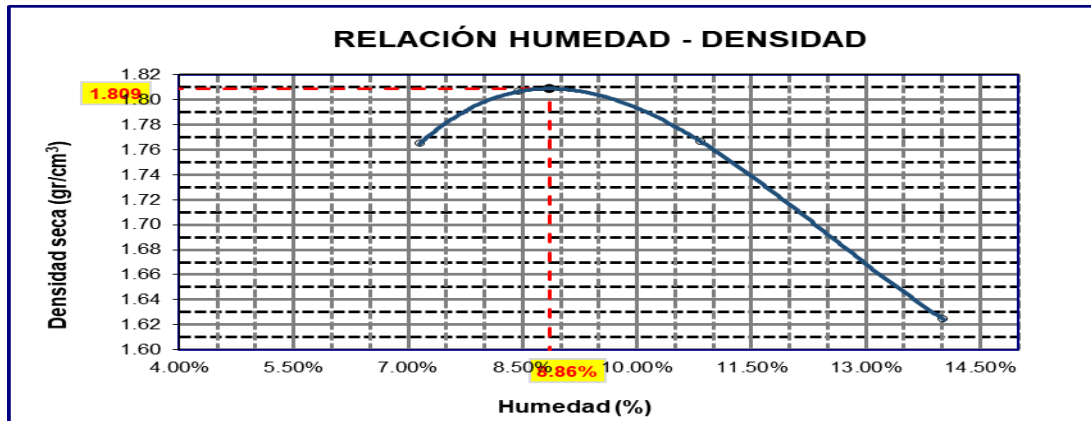
Grado de consolidación de la subestructura vial C-2



Mediante la gráfica de la siguiente, tendremos como se mueven los valores del suelo respecto a la relación de humedad de las muestras, para este caso en particular tenemos que las muestras evolucionan de manera particular teniendo que alcanzan algunos de los valores siguientes como lo son 8.27% de humedad y cuya densidad respectiva será de 1.804gr/cm², estos valores que fueron relatados en la gráfica son procedentes de la calicata número 2, obtenidos de la avenida virreyes.

Figura 16

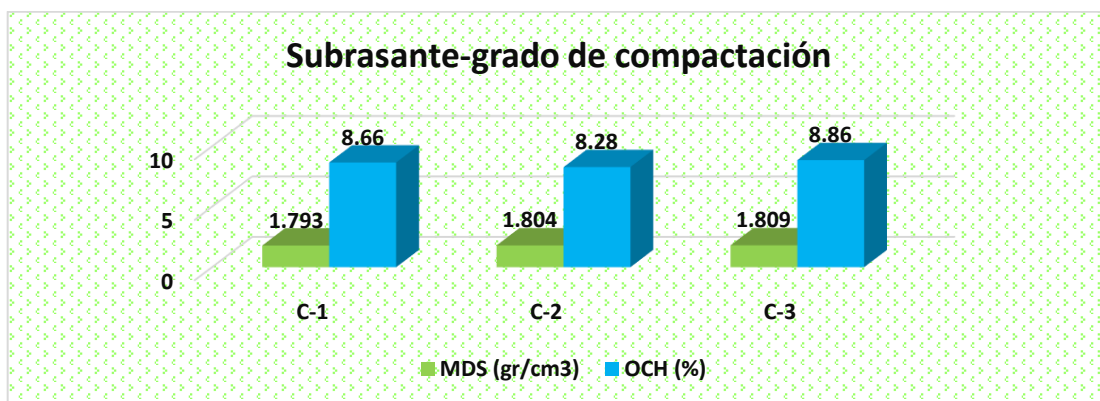
Grado de consolidación de la subestructura vial C-3



Mediante la gráfica de la siguiente, tendremos como se mueven los valores del suelo respecto a la relación de humedad de las muestras, para este caso en particular tenemos que las muestras evolucionan de manera particular teniendo que alcanzan algunos de los valores siguientes como lo son 8.56% de humedad y cuya densidad respectiva será de 1.803gr/cm², estos valores que fueron relatados en la gráfica son procedentes de la calicata número 3, obtenidos de la avenida virreyes.

Figura 17

Medición comparada del grado de compactación en la subrasante



Se evidencia la diferenciación en el grado de compactación de la subrasante, obtenida a través de las calicatas realizadas. Los datos muestran el índice de (MDS) con un Media de 1.802 y el (OCH) con un valor Media del 8.6%. Este análisis revela la densidad del suelo y la humedad óptima en las diferentes ubicaciones.

e. Capacidad de soporte

Tabla 13

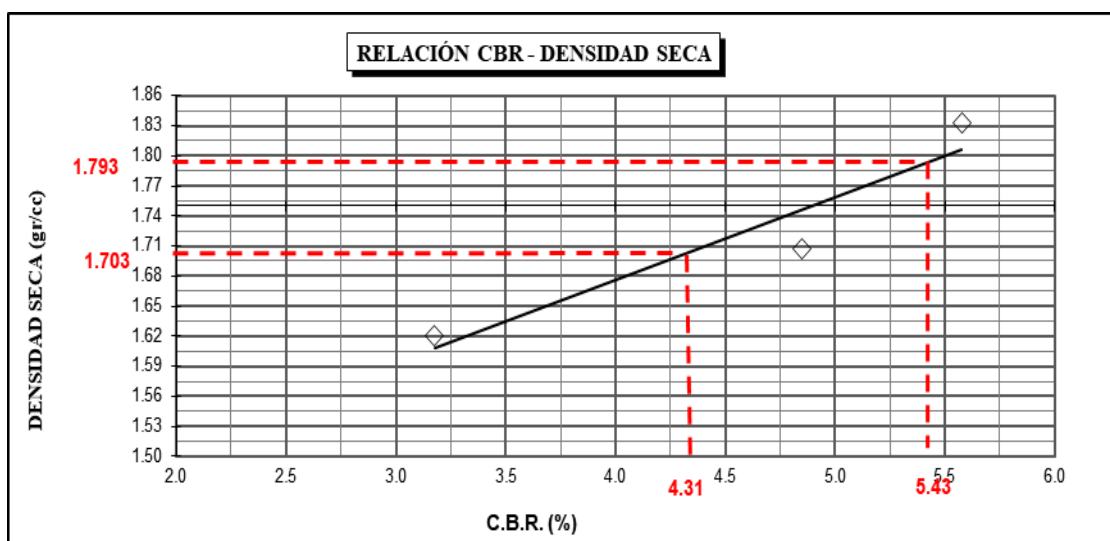
Medición de la capacidad portante CBR en pozos de inspección

Exploración-Calicata	CBR - 100%	CBR - 95%
C-1	5.43	4.31
C-2	5.46	4.27
C-3	5.44	4.24
Media	5.44	4.27

La tabla que se muestra a continuación tenemos que los siguientes correspondientes a las calicatas estudiadas en nuestro caso particular obtuvieron los siguientes valores, el valor de la capacidad de soporte de la calicata numero 1 nos dice que obtuvo el valor de 5.43 al 100% mientras que al 95% un valor de 4.31, seguidamente tenemos la calicata numero 2 obtuvo un valor de 5.44 de la capacidad de soporte al 100% y 4.27 al 95% de su capacidad y por ultimo mostramos a la calicata numero 3 con valores de 5.44 a la capacidad de soporte al 100% y 4.24 de capacidad al 95%, para este caso también se logró relatar la media obtenida de estos tres casos, resultando como promedios 5.44 al 100% y finalmente 4.27 al 95%.

Figura 18

Valor CBR en la exploración de Calicata 1

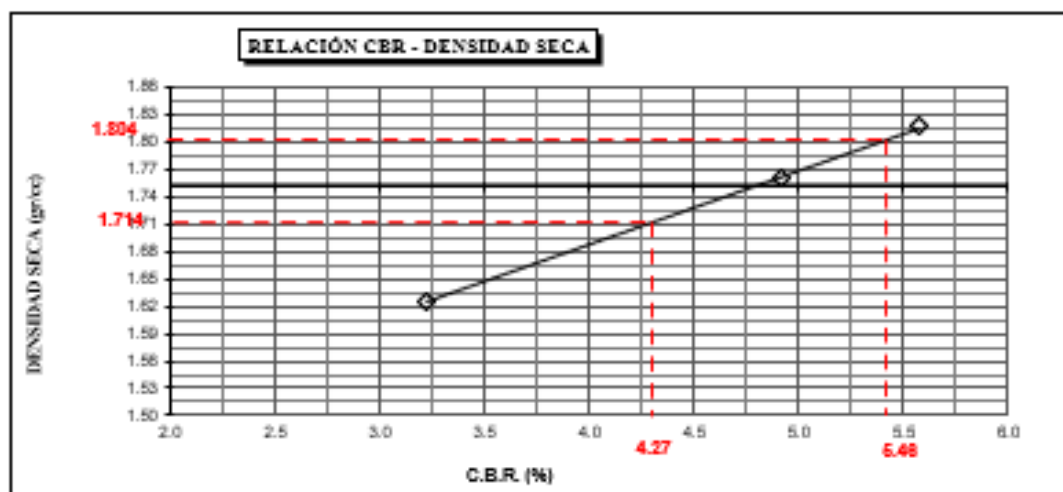


La gráfica que se presenta muestra la relación entre el CBR (California Bearing Ratio) y la densidad seca de un suelo, la cual es crucial en el análisis de su comportamiento bajo condiciones de carga. En el eje horizontal se encuentran los valores del CBR expresados en porcentaje, mientras que en el eje vertical se representan los valores de densidad seca en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).

En la gráfica, se han marcado dos puntos clave de la relación CBR-densidad seca. El primero, correspondiente a un CBR de 4.31%, está relacionado con una densidad seca de 1.703 g/cm^3 . El segundo punto muestra un CBR de 5.43%, que corresponde a una densidad seca de 1.793 g/cm^3 . Estos dos puntos están conectados mediante una línea recta que refleja la tendencia creciente: a medida que aumenta la densidad seca, también lo hace el CBR. Esto sugiere que una mayor densidad seca mejora la capacidad del suelo para soportar cargas, incrementando su resistencia.

Figura 19

Valor CBR en la exploración de Calicata 2

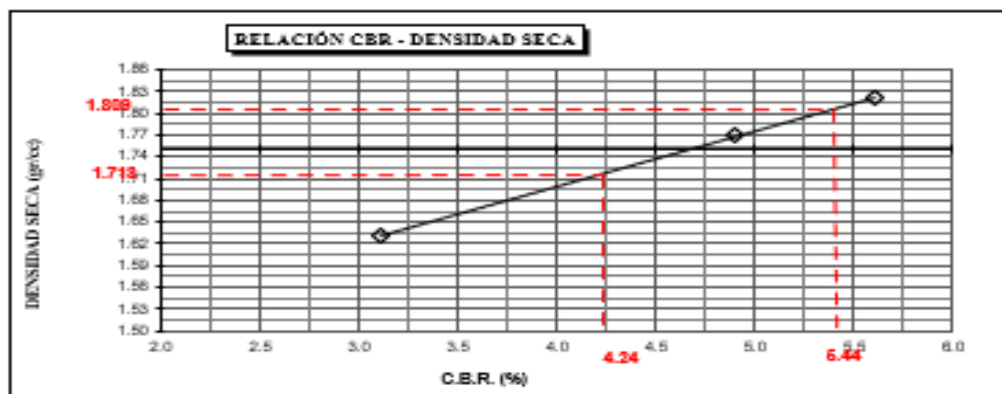


La gráfica que se presenta muestra la relación entre el CBR (California Bearing Ratio) y la densidad seca de un suelo, la cual es crucial en el análisis de su comportamiento bajo condiciones de carga. En el eje horizontal se encuentran los valores del CBR expresados en porcentaje, mientras que en el eje vertical se representan los valores de densidad seca en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).

En la gráfica, se han marcado dos puntos clave de la relación CBR-densidad seca. El primero, correspondiente a un CBR de 4.27%, está relacionado con una densidad seca de 1.744 g/cm³. El segundo punto muestra un CBR de 5.46%, que corresponde a una densidad seca de 1.804 g/cm³. Estos dos puntos están conectados mediante una línea recta que refleja la tendencia creciente: a medida que aumenta la densidad seca, también lo hace el CBR. Esto sugiere que una mayor densidad seca mejora la capacidad del suelo para soportar cargas, incrementando su resistencia.

Figura 20

Valor CBR en la exploración de Calicata 3

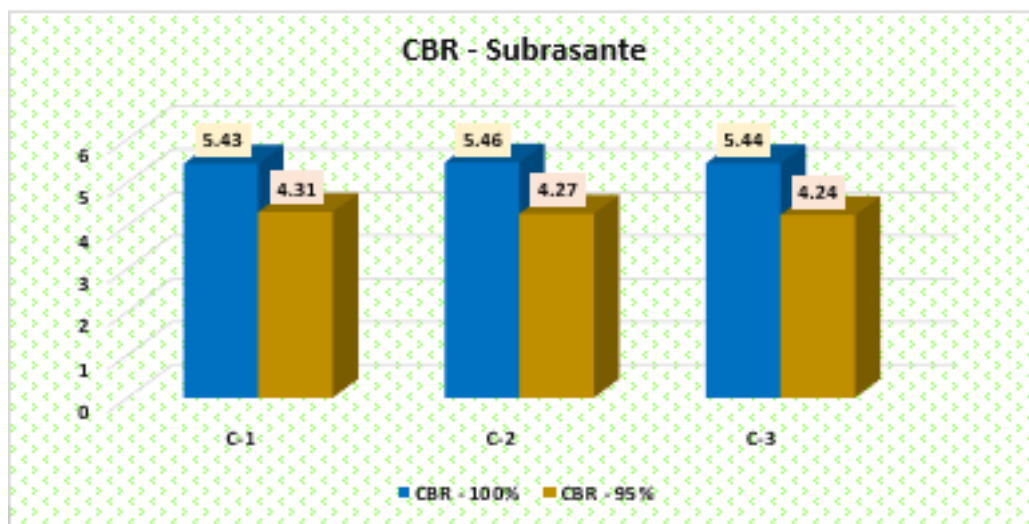


La gráfica que se presenta muestra la relación entre el CBR (California Bearing Ratio) y la densidad seca de un suelo, la cual es crucial en el análisis de su comportamiento bajo condiciones de carga. En el eje horizontal se encuentran los valores del CBR expresados en porcentaje, mientras que en el eje vertical se representan los valores de densidad seca en gramos por centímetro cúbico (g/cm³).

En la gráfica, se han marcado dos puntos clave de la relación CBR-densidad seca. El primero, correspondiente a un CBR de 4.24%, está relacionado con una densidad seca de 1.869 g/cm³. El segundo punto muestra un CBR de 5.44%, que corresponde a una densidad seca de 1.713 g/cm³. Estos dos puntos están conectados mediante una línea recta que refleja la tendencia creciente: a medida que aumenta la densidad seca, también lo hace el CBR. Esto sugiere que una mayor densidad seca mejora la capacidad del suelo para soportar cargas, incrementando su resistencia.

Figura 21

Resumen de CBR en las calicatas



La gráfica presentada muestra los resultados del ensayo CBR (California Bearing Ratio) aplicado a suelos de subrasante en tres diferentes muestras o categorías identificadas como C-1, C-2 y C-3. En el eje vertical se observan los valores de CBR, mientras que en el eje horizontal se presentan las tres categorías de suelo. Además, se diferencian dos escenarios de compactación en la misma gráfica: el CBR correspondiente al suelo compactado al 100% (en barras azules) y al 95% (en barras marrones) de la densidad óptima. En la categoría C-1, el valor de CBR para el suelo compactado al 100% es de 5.43, mientras que para el mismo suelo compactado al 95% es de 4.31. Esta diferencia refleja cómo una menor compactación afecta la capacidad portante del suelo, disminuyendo su resistencia bajo carga. Se evidencia una reducción significativa del CBR cuando la compactación es menor, lo que resalta la importancia de asegurar un nivel adecuado de compactación en suelos de subrasante para garantizar su desempeño estructural.

En la categoría C-2, se observa un comportamiento similar. El valor de CBR para el suelo compactado al 100% es de 5.46, mientras que para el mismo suelo compactado al 95% es de 4.27. Al igual que en el caso anterior, la diferencia entre ambos valores resalta la reducción de la capacidad de soporte del suelo cuando no se logra una compactación

óptima. Este patrón es consistente y sugiere que una disminución en el nivel de compactación afecta de manera proporcional la resistencia del suelo.

Finalmente, en la categoría C-3, el valor del CBR para el suelo compactado al 100% es de 5.44, mientras que para el suelo compactado al 95% es de 4.24. Este caso sigue la misma tendencia observada en las categorías anteriores, reafirmando la relación directa entre el nivel de compactación y la capacidad portante del suelo. En todas las categorías, la compactación al 100% ofrece un valor de CBR superior, lo que indica que es crucial alcanzar esta condición en la construcción para garantizar que las subrasantes puedan soportar las cargas impuestas por el tráfico y las estructuras.

4.1.2 Influencia de cenizas de estiércol de ovino en el Valor de fluencia plástica

Se presenta los valores resultantes sobre el IP con la aplicación del de cenizas de estiércol de ovino.

Tabla 14

Aumento del 2% de cenizas en subrasante – Plasticidad medid

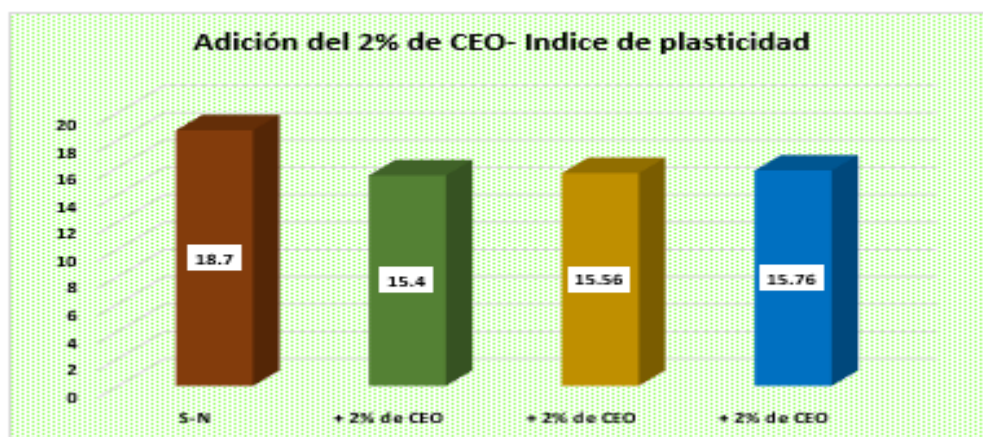
Valor de fluencia plástica – S+2% de CEO			
Descripción	IP (%)	Media	Variación en (%)
S-N	18.7	-	-
+ 2% de CEO	15.4		
+ 2% de CEO	15.56	15.57	-16.72%
+ 2% de CEO	15.76		

La tabla muestra el impacto de agregar un 2% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el índice plástico (IP) de un suelo. Inicialmente, el suelo sin CEO tiene un IP de 18.7%, que sirve como punto de referencia. Al incorporar el 2% de CEO, el IP disminuye a 15.4%, lo que refleja una reducción significativa en la plasticidad del suelo. Esta disminución sugiere que el suelo es menos propenso a deformarse bajo cargas. Las siguientes muestras, también con un 2% de CEO, muestran valores de IP de 15.56% y 15.76%, lo que sugiere consistencia en los resultados. El promedio de 15.57% se utiliza para comparar con el valor original, mostrando una reducción total del 16.72% en el IP. Esto indica que el CEO mejora las propiedades mecánicas del suelo al reducir su plasticidad, haciéndolo más estable para

soportar cargas, lo cual es especialmente relevante en proyectos de infraestructura que requieren una base sólida y menos deformable.

Figura 22

Aumento del 2% de cenizas en subrasante – Plasticidad medid



La gráfica muestra el efecto de la adición de un 2% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el índice de plasticidad del suelo. El valor inicial sin adición de CEO es de 18.7%, que representa la referencia. Con la incorporación del 2% de CEO, se observa una disminución considerable del índice de plasticidad, alcanzando un valor de 15.4%, lo que indica una reducción notable en la plasticidad del suelo. Las dos siguientes barras también representan suelos con 2% de CEO, donde los valores del índice de plasticidad son 15.56% y 15.76%, respectivamente, lo que refleja una consistencia en la disminución de la plasticidad con la adición de CEO. Esta reducción general en el índice de plasticidad sugiere que la incorporación de CEO al suelo mejora su capacidad para soportar cargas al hacerlo menos susceptible a deformaciones plásticas. En conclusión, la adición de CEO tiene un impacto positivo en la estabilización del suelo, haciéndolo más resistente y adecuado para aplicaciones en infraestructura.

Tabla 15

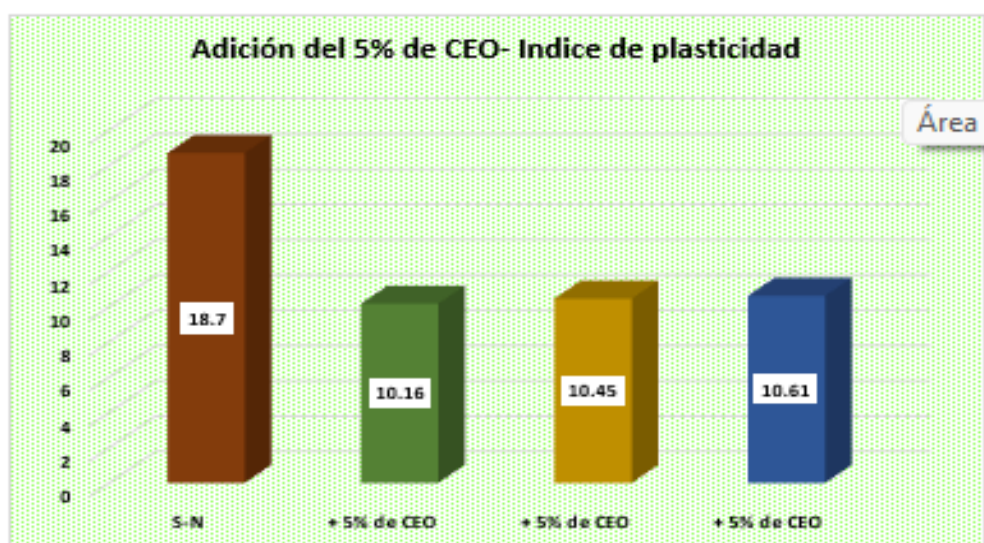
Aumento del 5% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida

Valor de fluencia plástica – S+5% de CEO			
Descripción	IP (%)	Media	Variación en (%)
S-N	18.7	-	-
+ 5% de CEO	10.16		
+ 5% de CEO	10.45	10.41	-44.35%
+ 5% de CEO	10.61		

La tabla muestra el impacto de agregar un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el índice plástico (IP) de un suelo. Inicialmente, el suelo sin CEO tiene un IP de 18.7%, que sirve como punto de referencia. Al incorporar el 5% de CEO, el IP disminuye a 10.16%, lo que refleja una reducción significativa en la plasticidad del suelo. Esta disminución sugiere que el suelo es menos propenso a deformarse bajo cargas. Las siguientes muestras, también con un 5% de CEO, muestran valores de IP de 10.45% y 10.61%, lo que sugiere consistencia en los resultados. El promedio de 10.41% se utiliza para comparar con el valor original, mostrando una reducción total del 44.35% en el IP. Esto indica que el CEO mejora las propiedades mecánicas del suelo al reducir su plasticidad, haciéndolo más estable para soportar cargas, lo cual es especialmente relevante en proyectos de infraestructura que requieren una base sólida y menos deformable.

Figura 23

Aumento del 5% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida



La gráfica muestra el efecto de la adición de un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el índice de plasticidad del suelo. El valor inicial sin adición de CEO es de 18.7%, que representa la referencia. Con la incorporación del 5% de CEO, se observa una disminución considerable del índice de plasticidad, alcanzando un valor de 10.16%, lo que indica una reducción notable en la plasticidad del suelo. Las dos siguientes barras también representan suelos con 5% de CEO, donde los valores del índice de plasticidad son 10.45% y 10.61%, respectivamente, lo que refleja una consistencia en la disminución de la plasticidad con la adición de CEO. Esta reducción general en el índice de plasticidad sugiere que la incorporación de CEO al suelo mejora su capacidad para soportar cargas al hacerlo menos susceptible a deformaciones plásticas. En conclusión, la adición de CEO tiene un impacto positivo en la estabilización del suelo, haciéndolo más resistente y adecuado para aplicaciones en infraestructura.

Tabla 16

Aumento del 8% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida

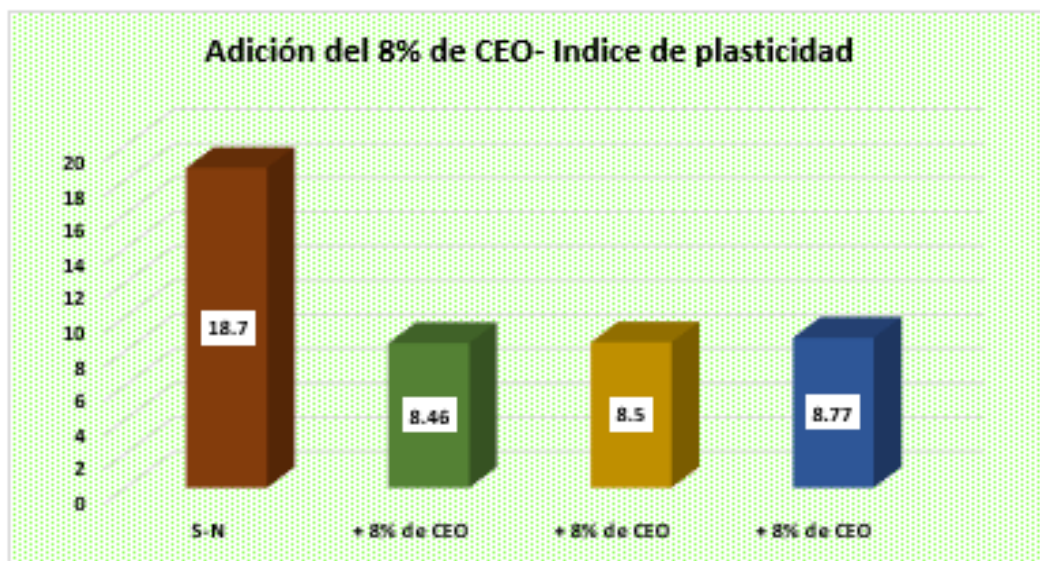
Valor de fluencia plástica – S+8% de CEO			
Descripción	IP (%)	Media	Variación en (%)
S-N	18.7	-	-
+ 8% de CEO	8.46		
+ 8% de CEO	8.5	8.58	-54.14%
+ 8% de CEO	8.77		

La tabla muestra el impacto de agregar un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el índice plástico (IP) de un suelo. Inicialmente, el suelo sin CEO tiene un IP de 18.7%, que sirve como punto de referencia. Al incorporar el 8% de CEO, el IP disminuye a 8.46%, lo que refleja una reducción significativa en la plasticidad del suelo. Esta disminución sugiere que el suelo es menos propenso a deformarse bajo cargas. Las siguientes muestras, también con un 8% de CEO, muestran valores de IP de 8.5% y 8.77%, lo que sugiere consistencia en los resultados. El promedio de 8.58% se utiliza para comparar con el valor

original, mostrando una reducción total del -54.14% en el IP. Esto indica que el CEO mejora las propiedades mecánicas del suelo al reducir su plasticidad, haciéndolo más estable para soportar cargas, lo cual es especialmente relevante en proyectos de infraestructura que requieren una base sólida y menos deformable.

Figura 24

Aumento del 8% de cenizas en subrasante – Plasticidad medida



La gráfica muestra el efecto de la adición de un 8% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el índice de plasticidad del suelo. El valor inicial sin adición de CEO es de 18.7%, que representa la referencia. Con la incorporación del 8% de CEO, se observa una disminución considerable del índice de plasticidad, alcanzando un valor de 8.46%, lo que indica una reducción notable en la plasticidad del suelo. Las dos siguientes barras también representan suelos con 8% de CEO, donde los valores del índice de plasticidad son 8.5% y 8.77%, respectivamente, lo que refleja una consistencia en la disminución de la plasticidad con la adición de CEO. Esta reducción general en el índice de plasticidad sugiere que la incorporación de CEO al suelo mejora su capacidad para soportar cargas al hacerlo menos susceptible a deformaciones plásticas. En conclusión, la adición de CEO tiene un impacto positivo en la estabilización del suelo, haciéndolo más resistente y adecuado para aplicaciones en infraestructura.

MEDICIÓN COMPARADA

Tabla 17

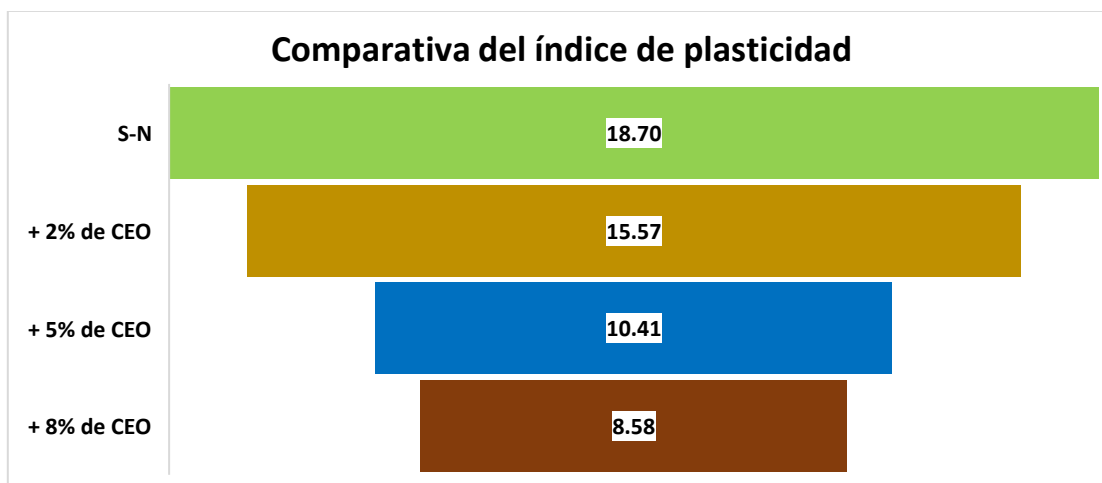
Medición comparada del coeficiente de plasticidad

Valor de fluencia plástica – S+% de CEO		
Descripción	IP (%)	Variación en (%)
S-N	18.7	-
+ 2% de CEO	15.57	-16.72%
+ 5% de CEO	10.41	-44.35%
+ 8% de CEO	8.58	-54.14%

La tabla muestra cómo varía el índice de plasticidad (IP) de un suelo con diferentes porcentajes de adición de cenizas de estiércol ovino (CEO). El valor inicial del IP para el suelo sin CEO es de 18.7%, que sirve como referencia base. Al añadir un 2% de CEO, el índice de plasticidad se reduce a 15.57%, lo que representa una disminución del 16.72% en comparación con el valor original. Con un 5% de CEO, el IP desciende significativamente a 10.41%, reflejando una reducción del 44.35% en la plasticidad del suelo. Finalmente, al agregar un 8% de CEO, el IP alcanza un valor de 8.58%, lo que indica una disminución del 54.14% respecto al suelo original. Estos resultados sugieren que la adición progresiva de CEO mejora considerablemente las propiedades mecánicas del suelo, reduciendo su plasticidad y, por lo tanto, haciéndolo más adecuado para soportar cargas en aplicaciones de infraestructura, al ser menos susceptible a deformaciones.

Figura 25

Medición comparada del Valor de fluencia plástica



La gráfica compara los valores del índice de plasticidad (IP) del suelo con diferentes porcentajes de adición de cenizas de estiércol ovino (CEO). El valor inicial, sin adición de CEO, es de 18.70%, que actúa como referencia. Con la incorporación de un 2% de CEO, el índice de plasticidad disminuye a 15.57%, lo que muestra una reducción significativa. Al aumentar la cantidad de CEO al 5%, el IP se reduce aún más, alcanzando 10.41%, lo que indica una disminución notable en la plasticidad del suelo. Finalmente, al adicionar un 8% de CEO, el IP baja a 8.58%, reflejando la mayor reducción de plasticidad observada en la gráfica. En general, la tendencia muestra que a medida que aumenta el porcentaje de CEO, el índice de plasticidad disminuye considerablemente, lo que sugiere que la incorporación de este aditivo mejora las propiedades mecánicas del suelo, haciéndolo más estable y menos susceptible a deformaciones en aplicaciones de infraestructura.

4.1.3 Influencia de cenizas de estiércol en el grado de compactación

a) Máxima densidad seca

Tabla 18

Modificación con 2% de cenizas de estiércol-MDS

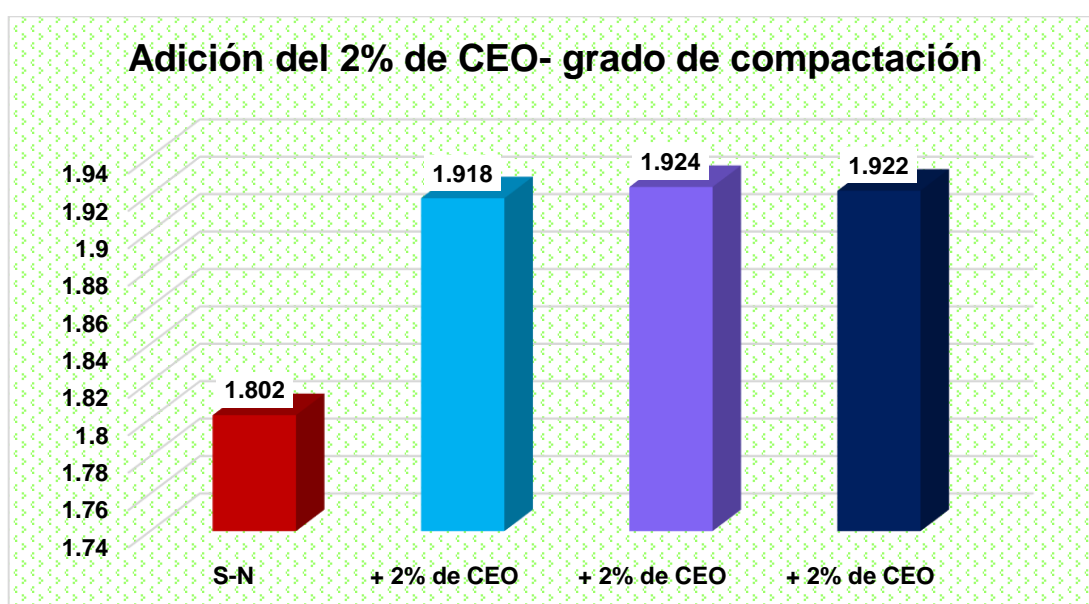
Grado de compactación-S+ 2% de CEO			
Descripción	MDS (gr/cc)	Media	Aumento en (%)
S-N	1.802	-	-
+ 2% de CEO	1.918		
+ 2% de CEO	1.924	1.921	6.62%
+ 2% de CEO	1.922		

La tabla expone los resultados obtenidos tras evaluar el **grado de compactación** de un suelo, representado mediante la **Máxima Densidad Seca (MDS)**, medida en gramos por centímetro cúbico (gr/cm^3). Inicialmente, el suelo sin ninguna adición de **cenizas de estiércol ovino (CEO)** muestra un valor base de **1.802 gr/cm^3** , el cual sirve como referencia para los análisis posteriores. Con la inclusión de un **2% de CEO**, el valor de MDS incrementa a **1.918 gr/cm^3** , lo que sugiere una mejora en la compactación del suelo. En las siguientes pruebas, también realizadas con un **2% de CEO**, se obtienen valores

ligeramente superiores de **1.924 gr/cm³** y **1.922 gr/cm³**, con una media final de **1.921 gr/cm³**. Este incremento en la densidad seca media refleja un aumento significativo del **6.82%** en la capacidad de compactación respecto al suelo sin CEO. La adición de CEO no solo favorece el aumento de la densidad, sino que mejora la cohesión y estabilidad del material, haciéndolo más resistente a cargas estructurales, optimizando así su desempeño en proyectos de infraestructura.

Figura 26

Modificación con 2% de cenizas de estiércol-MDS



La gráfica muestra el impacto de la adición de un 2% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el grado de compactación del suelo, medido en Máxima Densidad Seca (MDS). El suelo sin CEO tiene una MDS de 1.802 gr/cm³, mientras que con la adición del 2% de CEO, la densidad aumenta a 1.918 gr/cm³, 1.924 gr/cm³, y 1.922 gr/cm³ en las pruebas sucesivas. Estos incrementos reflejan una mejora significativa en la compactación del suelo, lo que sugiere que la inclusión de CEO favorece la densidad, aumentando así la estabilidad y capacidad portante del material en aplicaciones de infraestructura.

Tabla 19

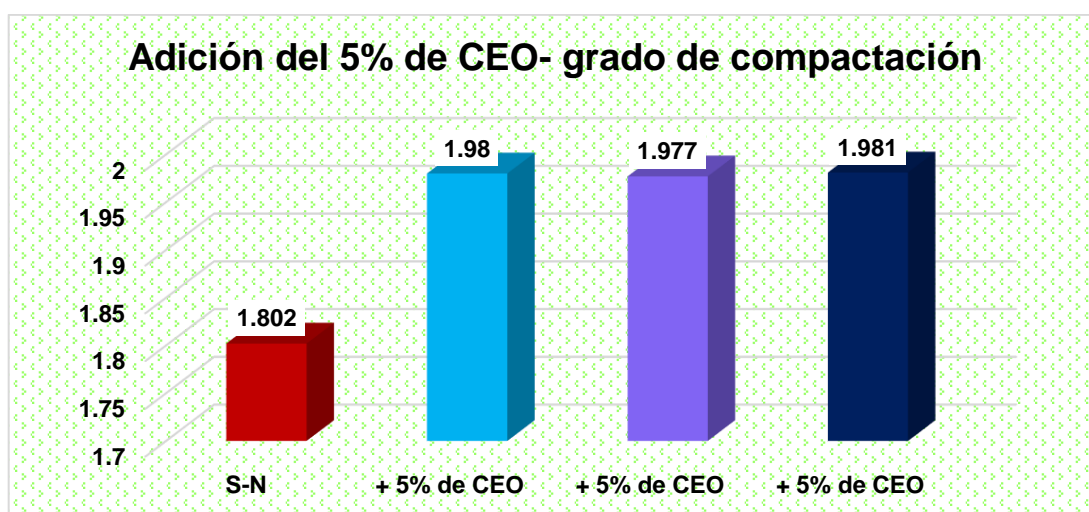
Modificación con 5% de cenizas de estiércol-MDS

Grado de compactación-S+ 5% de CEO			
Descripción	MDS (gr/cc)	Media	Aumento en (%)
S-N	1.802	-	-
+ 5% de CEO	1.98		
+ 5% de CEO	1.977	1.979	9.84%
+ 5% de CEO	1.981		

La tabla muestra el grado de compactación del suelo, medido en Máxima Densidad Seca (MDS) en gramos por centímetro cúbico, tanto para el suelo sin tratamiento como para el suelo con un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO). El suelo sin CEO tiene una MDS de 1.802 gr/cm³, que sirve como referencia. Con la adición del 5% de CEO, la MDS aumenta progresivamente a 1.98 gr/cm³, 1.977 gr/cm³ y 1.981 gr/cm³, con una media de 1.979 gr/cm³. Esto refleja un incremento del 9.84% en la densidad con respecto al suelo sin CEO. El aumento de la densidad sugiere una mejora en la compactación del suelo, lo que indica que la adición del CEO fortalece el material, haciéndolo más resistente y estable para soportar cargas estructurales en proyectos de construcción.

Figura 27

Modificación con 5% de cenizas de estiércol-MDS



La gráfica muestra el efecto de la adición de un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en el grado de compactación del suelo, medido en Máxima Densidad Seca (MDS). El suelo

sin CEO presenta un valor de MDS de 1.802 gr/cm³, que aumenta a 1.98 gr/cm³, 1.977 gr/cm³, y 1.981 gr/cm³ con la adición del CEO. Este incremento en la densidad refleja una mejora considerable en la compactación del suelo, lo que sugiere que la inclusión de CEO contribuye a mejorar la estructura y resistencia del suelo. Este comportamiento es clave para aumentar la capacidad de carga del suelo en aplicaciones de infraestructura, donde una mayor compactación garantiza una mayor estabilidad y durabilidad.

Tabla 20

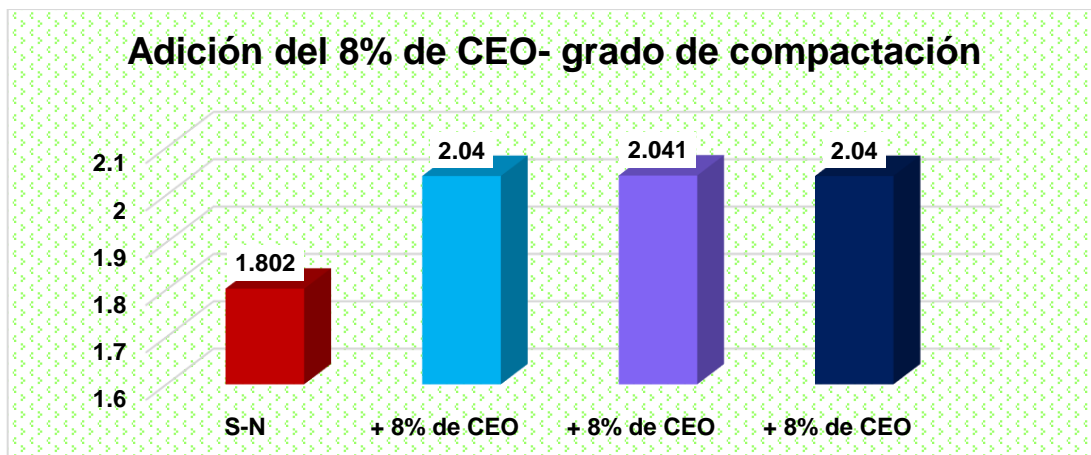
Modificación con 8% de cenizas de estiércol-MDS

Grado de compactación–S+ 8% de CEO			
Descripción	MDS (gr/cc)	Media	Aumento en (%)
S-N	1.802	-	-
+ 8% de CEO	2.04		
+ 8% de CEO	2.041	2040	13.23%
+ 8% de CEO	2.04		

La tabla muestra los resultados del grado de compactación, expresado en Máxima Densidad Seca (MDS) en gramos por centímetro cúbico, al agregar un 8% de cenizas de estiércol ovino (CEO) al suelo. El suelo sin CEO tiene una MDS de 1.802 gr/cm³. Con la adición del 8% de CEO, la densidad aumenta a 2.04 gr/cm³ en dos de las muestras y a 2.041 gr/cm³ en la tercera, resultando en una media de 2.040 gr/cm³. Este incremento representa un aumento del 13.23% en la densidad respecto al suelo sin CEO. Estos resultados indican que la adición de un 8% de CEO mejora considerablemente la compactación del suelo, lo que implica una mayor estabilidad y capacidad de carga, factores críticos en aplicaciones de infraestructura que requieren suelos resistentes y bien compactados.

Figura 28

Modificación con 8% de cenizas de estiércol-MDS



La gráfica muestra cómo varía el grado de compactación del suelo, medido en Máxima Densidad Seca (MDS), al añadir un 8% de cenizas de estiércol ovino (CEO). El suelo sin CEO presenta una MDS de 1.802 gr/cm³, mientras que con la adición del 8% de CEO, la densidad aumenta significativamente a 2.04 gr/cm³ y 2.041 gr/cm³ en las muestras analizadas. Este incremento indica una mejora considerable en la compactación del suelo, lo que sugiere que la inclusión de CEO refuerza la estructura del suelo, haciéndolo más resistente y estable para soportar cargas en proyectos de infraestructura, como carreteras o edificaciones.

Tabla 21

Medición comparada de MDS

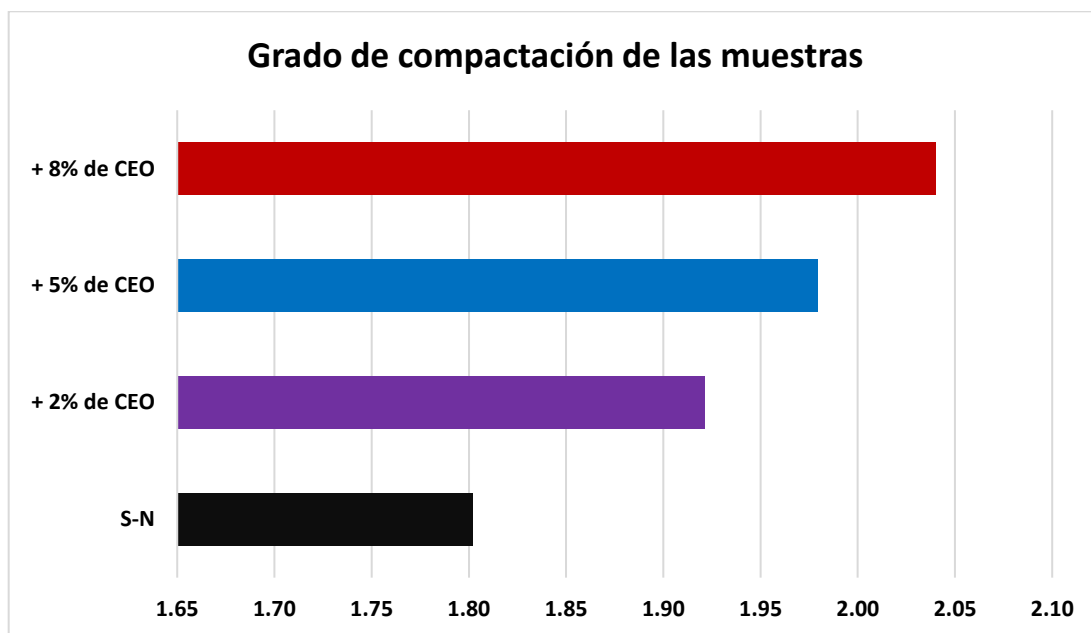
Grado de compactación–S+ % de CEO		
Descripción	MDS (gr/cc)	Variación en (%)
S-N	1.80	-
+ 2% de CEO	1.921	6.62%
+ 5% de CEO	1.979	9.84%
+ 8% de CEO	2.040	13.23%

La tabla presenta los resultados del grado de compactación, medido en Máxima Densidad Seca (MDS), del suelo con diferentes porcentajes de adición de cenizas de estiércol ovino

(CEO). El suelo sin CEO tiene una MDS de 1.80 gr/cm^3 , que se utiliza como referencia. Con la adición de un 2% de CEO, la MDS aumenta a 1.921 gr/cm^3 , lo que representa una variación positiva del 6.82%. Cuando se incrementa la cantidad de CEO al 5%, la densidad seca sube a 1.979 gr/cm^3 , con una variación del 9.84%. Finalmente, al adicionar un 8% de CEO, se alcanza una MDS de 2.040 gr/cm^3 , lo que implica un aumento del 13.23% en comparación con el suelo sin CEO. Estos resultados demuestran que, a mayor porcentaje de CEO, mayor es el grado de compactación, mejorando significativamente la estabilidad y resistencia del suelo para aplicaciones en infraestructura.

Figura 29

Medición comparada de MDS



La gráfica compara el grado de compactación del suelo en función de la Máxima Densidad Seca (MDS) con diferentes porcentajes de cenizas de estiércol ovino (CEO). El suelo sin CEO muestra una MDS de 1.80 gr/cm^3 , mientras que al añadir 2% de CEO, la densidad aumenta a 1.921 gr/cm^3 . Con un 5% de CEO, la MDS sube a 1.979 gr/cm^3 , y con un 8% de CEO, se alcanza el valor más alto de 2.040 gr/cm^3 . Estos incrementos reflejan cómo la adición de CEO mejora significativamente la compactación del suelo, haciéndolo más resistente y estable para soportar cargas estructurales.

b) Contenido óptimo de humedad

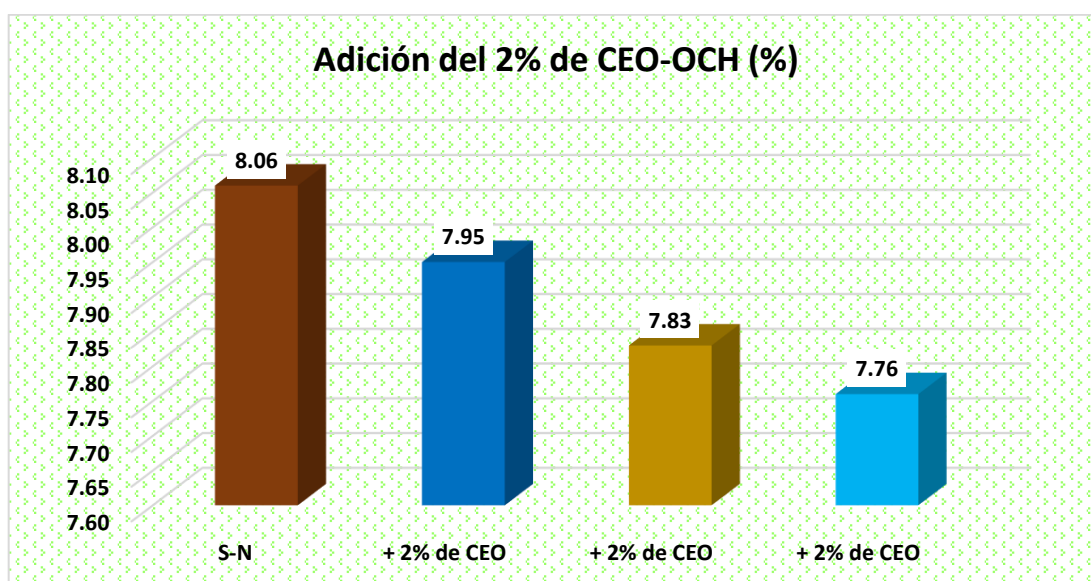
Tabla 22

Modificación con 2% de cenizas de estiércol-OCH

Grado de compactación–S+ 2% de CEO		
Descripción	OCH (%)	Media
S-N	8.06	-
+ 2% de CEO	7.95	7.85
+ 2% de CEO	7.83	
+ 2% de CEO	7.76	

La tabla muestra el **grado de compactación** del suelo medido en **OCH (%)** tras la adición de un **2% de cenizas de estiércol ovino (CEO)**. El suelo sin CEO tiene un valor de **8.08%**, que sirve como referencia. Con la adición del **2% de CEO**, los valores obtenidos son **7.95%**, **7.83%** y **7.78%**, con una media de **7.85%**. Estos resultados reflejan una disminución en el contenido de OCH, lo que sugiere que la incorporación de CEO reduce el contenido de humedad óptima en el suelo, mejorando así la compactación y favoreciendo su estabilidad estructural en proyectos de infraestructura.

Figura 30

Modificación con 2% de cenizas de estiércol-OCH

La tabla muestra el grado de compactación del suelo medido en OCH (%) tras la adición de un 2% de cenizas de estiércol ovino (CEO). El suelo sin CEO tiene un valor de 8.08%, que sirve como referencia. Con la adición del 2% de CEO, los valores obtenidos son 7.95%, 7.83% y 7.78%, con una media de 7.85%. Estos resultados reflejan una disminución en el contenido de OCH, lo que sugiere que la incorporación de CEO reduce el contenido de humedad óptima en el suelo, mejorando así la compactación y favoreciendo su estabilidad estructural en proyectos de infraestructura.

Tabla 23

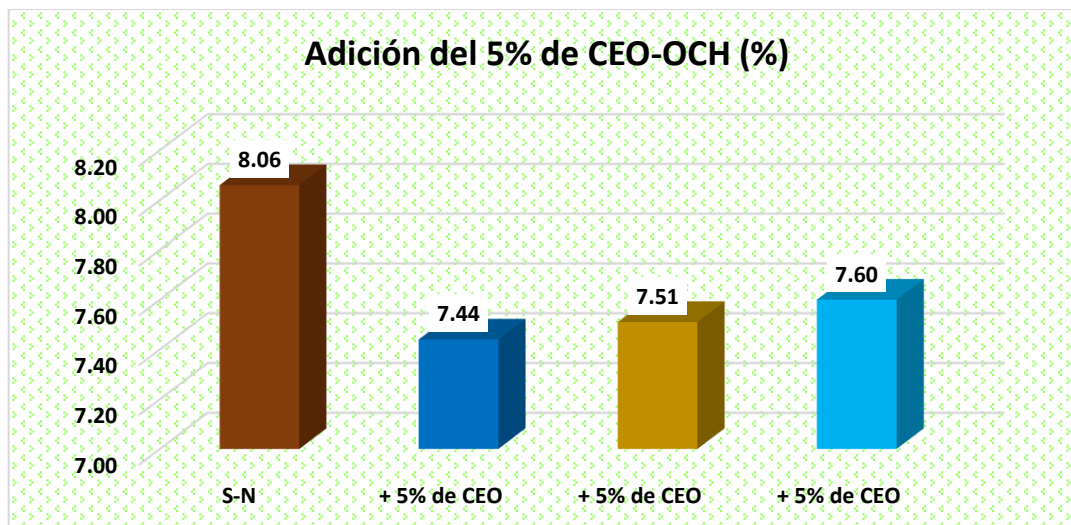
Modificación con 5% de cenizas de estiércol-OCH

Grado de compactación-S+ 5% de CEO		
Descripción	OCH (%)	Media
S-N	8.06	-
+ 5% de CEO	7.44	
+ 5% de CEO	7.51	7.52
+ 5% de CEO	7.60	

La tabla muestra el grado de compactación del suelo en términos de OCH (%) con un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO). El valor inicial del suelo sin CEO es 8.08%, que disminuye a 7.44%, 7.51% y 7.80% al añadir el 5% de CEO, con una media de 7.52%. Estos resultados reflejan una reducción en el contenido de humedad óptima del suelo al agregar CEO, lo que sugiere una mejora en su compactación. La disminución del OCH implica una mejor capacidad del suelo para soportar cargas, haciéndolo más eficiente y estable para su uso en aplicaciones de infraestructura.

Figura 31

Modificación con 5% de cenizas de estiércol-OCH



La tabla muestra el grado de compactación del suelo en términos de OCH (%) con un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO). El valor inicial del suelo sin CEO es 8.08%, que disminuye a 7.44%, 7.51% y 7.80% al añadir el 5% de CEO, con una media de 7.52%. Estos resultados reflejan una reducción en el contenido de humedad óptima del suelo al agregar CEO, lo que sugiere una mejora en su compactación. La disminución del OCH implica una mejor capacidad del suelo para soportar cargas, haciéndolo más eficiente y estable para su uso en aplicaciones de infraestructura.

Tabla 24

Modificación con 8% de cenizas de estiércol-OCH

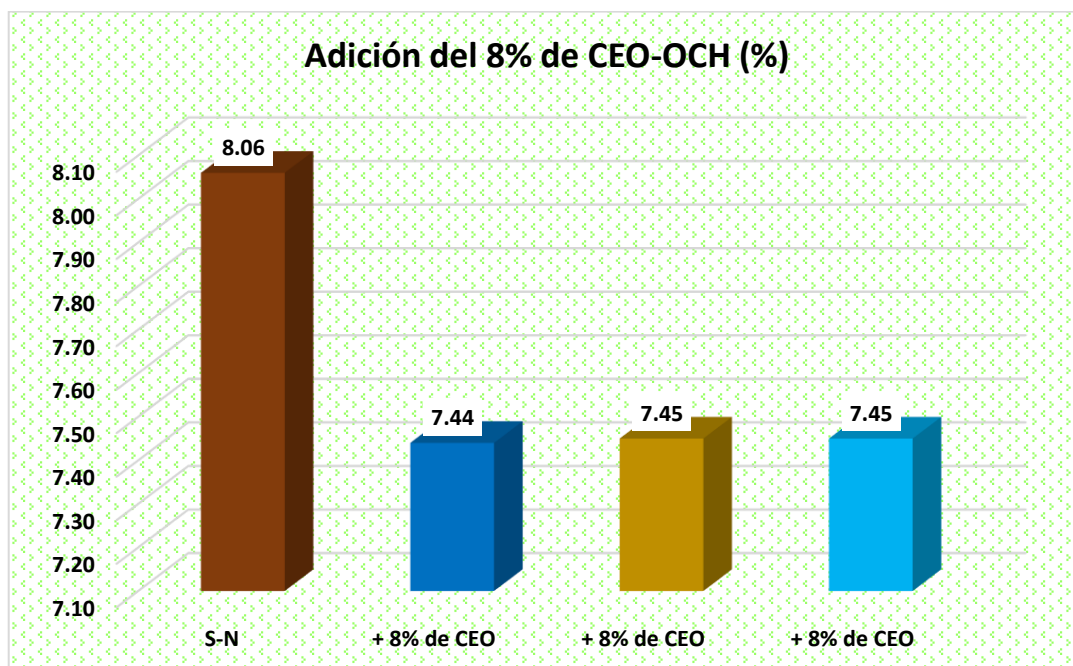
Grado de compactación-S+ 8% de CEO		
Descripción	OCH (%)	Media
S-N	8.06	-
+ 8% de CEO	7.44	
+ 8% de CEO	7.45	7.45
+ 8% de CEO	7.45	

La tabla presenta el **grado de compactación** del suelo, expresado en **OCH (%)**, al añadir un **8% de cenizas de estiércol ovino (CEO)**. El valor inicial del suelo sin CEO es de **8.08%**, mientras que, con la

adición del 8% de CEO, los valores obtenidos son **7.44%**, **7.45%** y **7.45%**, resultando en una media de **7.45%**. Estos resultados indican una reducción en el contenido de humedad óptima, lo que mejora la compactación del suelo. La disminución en el OCH refleja una mayor capacidad del suelo para compactarse eficientemente, lo que se traduce en una mejor estabilidad y resistencia, cruciales para aplicaciones en infraestructura.

Figura 32

Modificación con 8% de cenizas de estiércol-OCH



La tabla presenta el **grado de compactación** del suelo, expresado en **OCH (%)**, al añadir un **8% de cenizas de estiércol ovino (CEO)**. El valor inicial del suelo sin CEO es de **8.08%**, mientras que, con la adición del 8% de CEO, los valores obtenidos son **7.44%**, **7.45%** y **7.45%**, resultando en una media de **7.45%**. Estos resultados indican una reducción en el contenido de humedad óptima, lo que mejora la compactación del suelo. La disminución en el OCH refleja una mayor capacidad del suelo para compactarse eficientemente, lo que se traduce en una mejor estabilidad y resistencia, cruciales para aplicaciones en infraestructura.

4.1.4 Influencia de cenizas de estiércol en la capacidad de soporte (CBR)

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del ensayo de la capacidad de soporte con la adición de cenizas de estiércol de ovino.

Tabla 25

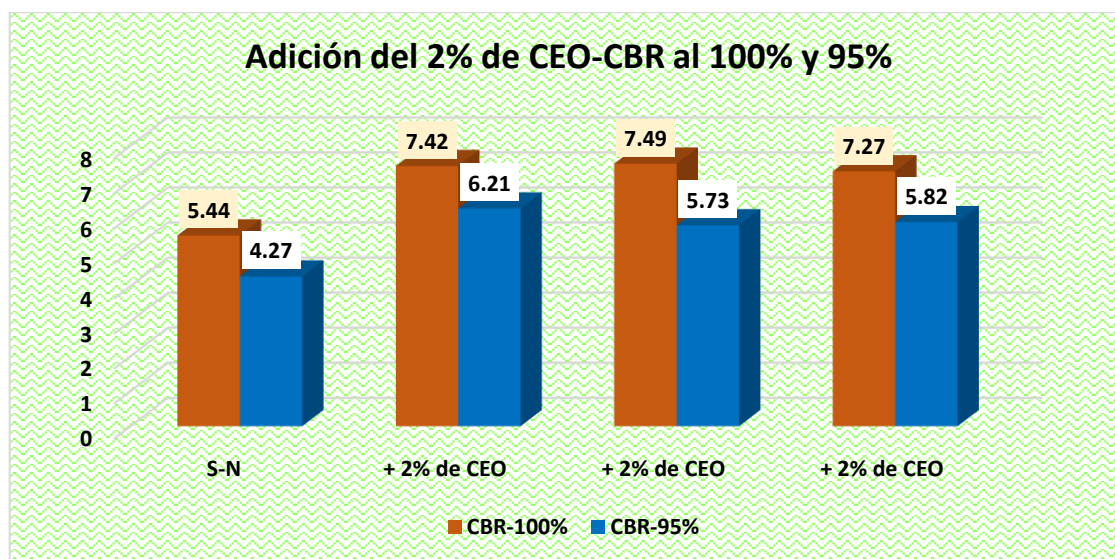
CBR - con la adición del material cohesivo en 2 % de cenizas de estiércol

CBR – S+2% de CEO				
Descripción	CBR-100%	Media	CBR-95%	Media
S-N	5.44	-	4.27	-
+ 2% de CEO	7.42		6.21	
+ 2% de CEO	7.49	7.39	5.73	5.92
+ 2% de CEO	7.27		5.82	

La tabla muestra los resultados del ensayo CBR con la adición de un 2% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en suelos compactados al 100% y al 95%. El suelo sin CEO tiene un valor de CBR-100% de 5.44 y de CBR-95% de 4.27. Con la adición del 2% de CEO, los valores de CBR-100% aumentan a 7.42, 7.49, y 7.27, con una media de 7.39. Los valores de CBR-95% suben a 6.21, 5.73, y 5.82, con una media de 5.92. Estos incrementos reflejan una mejora significativa en la capacidad portante del suelo debido a la adición de CEO, tanto en compactación total como parcial.

Figura 33

CBR - con la adición del material cohesivo en 2 % de cenizas de estiércol



La tabla muestra los resultados del ensayo CBR con la adición de un 2% de cenizas de estiércol ovino (CEO) en suelos compactados al 100% y al 95%. El suelo sin CEO tiene un valor de CBR-100% de 5.44 y de CBR-95% de 4.27. Con la adición del 2% de CEO, los valores de CBR-100% aumentan a 7.42, 7.49, y 7.27, con una media de 7.39. Los valores de CBR-95% suben a 6.21, 5.73, y 5.82, con una media de 5.92. Estos incrementos reflejan una mejora significativa en la capacidad portante del suelo debido a la adición de CEO, tanto en compactación total como parcial.

Tabla 26

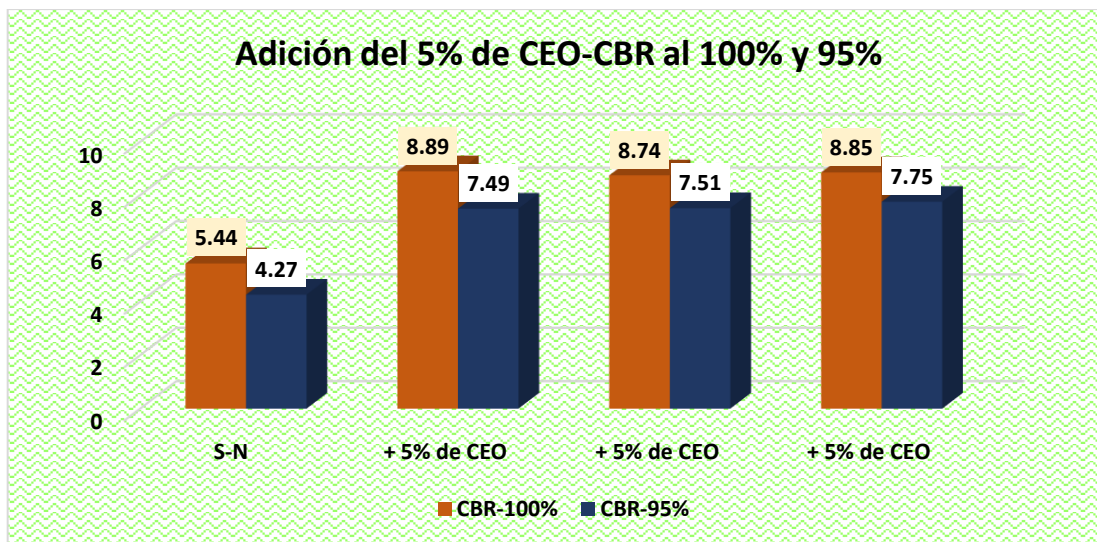
CBR - con la adición del material cohesivo en 5 % de cenizas de estiércol

CBR – S+5% de CEO				
Descripción	CBR-100%	Media	CBR-95%	Media
S-N	5.44	-	4.27	-
+ 5% de CEO	8.89		7.49	
+ 5% de CEO	8.74	8.83	7.51	7.58
+ 5% de CEO	8.85		7.75	

La tabla muestra los resultados del ensayo CBR con la adición de un 5% de cenizas de estiércol ovino (CEO), tanto para compactación al 100% como al 95%. El suelo sin CEO tiene un CBR-100% de 5.44 y un CBR-95% de 4.27. Con la adición del 5% de CEO, los valores de CBR-100% aumentan a 8.89, 8.74, y 8.85, con una media de 8.83. En cuanto a los valores de CBR-95%, suben a 7.49, 7.51, y 7.75, con una media de 7.58. Estos resultados indican una mejora considerable en la capacidad portante del suelo, tanto en condiciones de compactación total como parcial, debido a la adición del 5% de CEO.

Figura 34

CBR - con la adición del material cohesivo en 5 % de cenizas de estiércol



La tabla muestra los resultados del **ensayo CBR** con la adición de un **5% de cenizas de estiércol ovino (CEO)**, tanto para compactación al **100%** como al **95%**. El suelo sin CEO tiene un **CBR-100%** de **5.44** y un **CBR-95%** de **4.27**. Con la adición del **5% de CEO**, los valores de **CBR-100%** aumentan a **8.89**, **8.74**, y **8.85**, con una media de **8.83**. En cuanto a los valores de **CBR-95%**, suben a **7.49**, **7.51**, y **7.75**, con una media de **7.58**. Estos resultados indican una mejora considerable en la capacidad portante del suelo, tanto en condiciones de compactación total como parcial, debido a la adición del 5% de CEO.

Tabla 27

CBR - con la adición del material cohesivo en 8 % de cenizas de estiércol

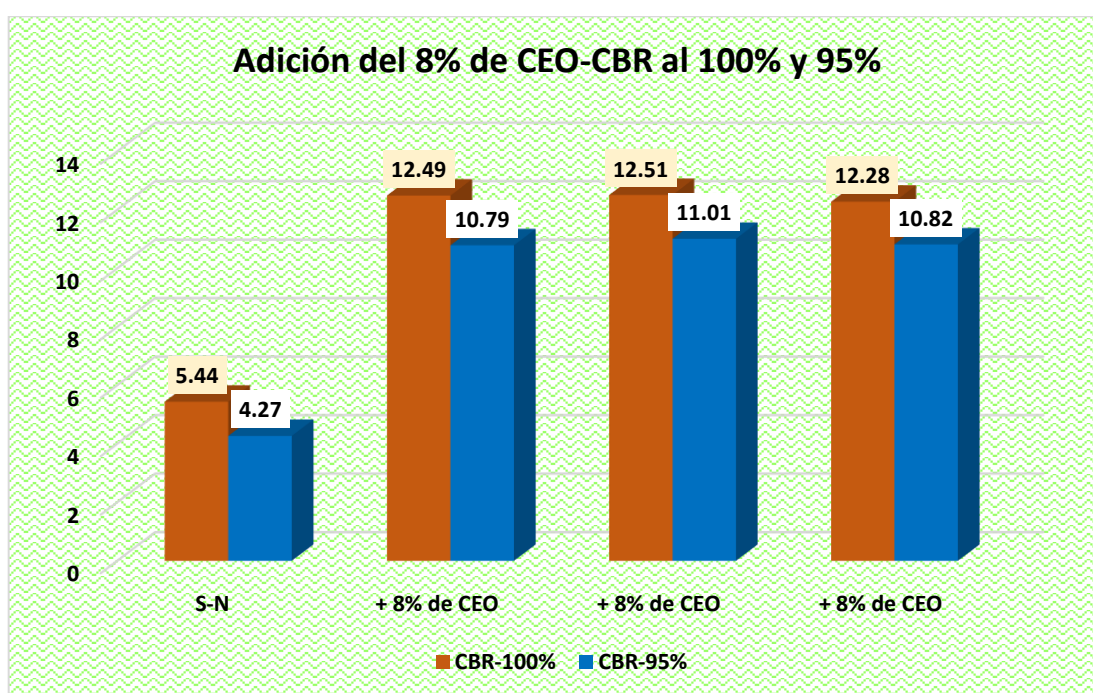
CBR – S+8% de CEO				
Descripción	CBR-100%	Media	CBR-95%	Media
S-N	5.44	-	4.27	-
+ 8% de CEO	12.49		10.79	
+ 8% de CEO	12.51	12.43	11.01	10.87
+ 8% de CEO	12.28		10.82	

La tabla presenta los resultados del ensayo CBR con la adición de un 8% de cenizas de estiércol ovino (CEO), tanto en compactación al 100% como al 95%. El suelo sin CEO tiene

un CBR-100% de 5.44 y un CBR-95% de 4.27. Con la adición del 8% de CEO, los valores de CBR-100% aumentan a 12.49, 12.51, y 12.28, con una media de 12.43. En el caso del CBR-95%, los valores suben a 10.79, 11.01, y 10.82, resultando en una media de 10.87. Estos resultados reflejan un incremento significativo en la capacidad portante del suelo, evidenciando que la adición del 8% de CEO mejora notablemente las propiedades mecánicas del suelo.

Figura 35

CBR - con la adición del material cohesivo en 8% de cenizas de estiércol



La tabla presenta los resultados del ensayo CBR con la adición de un 8% de cenizas de estiércol ovino (CEO), tanto en compactación al 100% como al 95%. El suelo sin CEO tiene un CBR-100% de 5.44 y un CBR-95% de 4.27. Con la adición del 8% de CEO, los valores de CBR-100% aumentan a 12.49, 12.51, y 12.28, con una media de 12.43. En el caso del CBR-95%, los valores suben a 10.79, 11.01, y 10.82, resultando en una media de 10.87. Estos resultados reflejan un incremento significativo en la capacidad portante del suelo, evidenciando que la adición del 8% de CEO mejora notablemente las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 28

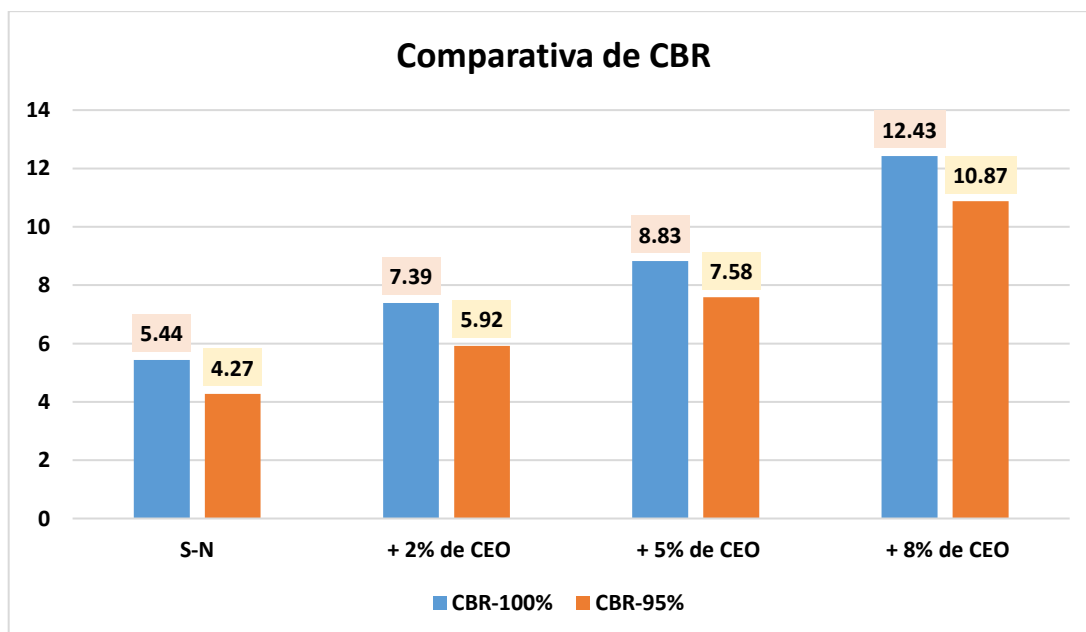
Resumen de CBR- adicionando de cenizas de estiércol de ovino

Descripción	CBR – S+% de CEO	
	CBR-100%	CBR-95%
S-N	5.44	4.27
+ 2% de CEO	7.39	5.92
+ 5% de CEO	8.83	7.58
+ 8% de CEO	12.43	10.87

La tabla muestra un resumen del ensayo CBR al adicionar diferentes porcentajes de cenizas de estiércol ovino (CEO) al suelo, tanto en condiciones de compactación al 100% como al 95%. El suelo sin CEO tiene un CBR-100% de 5.44 y un CBR-95% de 4.27. Al agregar un 2% de CEO, los valores aumentan a 7.39 y 5.92, respectivamente. Con un 5% de CEO, los valores de CBR suben a 8.83 para el CBR-100% y a 7.58 para el CBR-95%. Finalmente, con un 8% de CEO, los valores alcanzan 12.43 para el CBR-100% y 10.87 para el CBR-95%. Estos incrementos demuestran que la adición de CEO mejora considerablemente la capacidad portante del suelo.

Figura 36

Medición comparada de CBR



La tabla muestra un resumen del ensayo CBR al adicionar diferentes porcentajes de cenizas de estiércol ovino (CEO) al suelo, tanto en condiciones de compactación al 100% como al 95%. El suelo sin CEO tiene un CBR-100% de 5.44 y un CBR-95% de 4.27. Al agregar un 2% de CEO, los valores aumentan a 7.39 y 5.92, respectivamente. Con un 5% de CEO, los valores de CBR suben a 8.83 para el CBR-100% y a 7.58 para el CBR-95%. Finalmente, con un 8% de CEO, los valores alcanzan 12.43 para el CBR-100% y 10.87 para el CBR-95%. Estos incrementos demuestran que la adición de CEO mejora considerablemente la capacidad portante del suelo.

4.2 Discusión de resultados

En la investigación realizada por Huanacuni (2022), se evaluó el uso de cenizas de estiércol de camélido y cenizas combinadas con otros aditivos para mejorar la subrasante en la carretera de Keluyo. Durante los experimentos, se llevaron a cabo adiciones del 9% de ceniza de estiércol de camélido, junto con 15% de cenizas, 14% más 10% y 19% más 5%. Las pruebas se centraron en el índice de plasticidad de la calicata 2, donde se detectó una reducción significativa al incorporar las cenizas. El índice original era del 15%, disminuyendo a 13%, 10% y 9% con las diferentes adiciones. En el caso de la calicata 4, el índice de plasticidad inicial era del 12%, reduciéndose a 11%, 10% y 9% con la inclusión de las cenizas, la calicata 2 mostró un CBR al 100% de 5.9 T, mientras que la calicata 4 obtuvo un valor de 13.0. El CBR de la muestra C-2, al añadir el producto, experimentó un aumento del 10.9%, 14.10% y 17.50%. Por otro lado, el CBR de la muestra C-4, al añadir el producto, aumentó en un 14.1%, 18.5% y 19.9%. Estos resultados sugieren que las adiciones tienen un impacto positivo en la resistencia del suelo, especialmente en términos de CBR, proporcionando mejoras significativas en la capacidad portante del material de la subrasante.

En nuestra investigación, se emplearon cenizas de estiércol de ovino para mejorar la subrasante de la Avenida Virreyes en el distrito de San Miguel. Optamos por utilizar



porcentajes del 2%, 5% y 8% de cenizas en la mezcla. En cuanto a las propiedades específicas del suelo, se observó que el Valor de fluencia plástica inicial fue de 18.70%. Sin embargo, al añadir el 2% de cenizas de estiércol de ovino, este índice disminuyó a 15.57%. Con un 5% de adición, el Valor de fluencia plástica fue de 10.41%, y con el 8%, fue de 8.58%. Estos resultados indican una reducción significativa en la plasticidad del suelo, lo cual es beneficioso para diversas aplicaciones. En relación al ensayo de grado de compactación, la máxima densidad seca de la muestra natural fue de 1.80 gr/cm³. Con la Modificación con 2%, esta densidad aumentó a 1.921 gr/cm³. Para el 5%, la densidad máxima seca fue de 1.979 gr/cm³, y con el 8%, alcanzó los 2.040 gr/cm³. Estos datos revelan un incremento progresivo en la densidad del suelo al agregar cenizas de estiércol de ovino, lo cual sugiere una mejora en la compactación. En cuanto al contenido óptimo de humedad, la muestra natural tenía un valor del 8.06%. Con la Modificación con 2%, este contenido disminuyó a 7.85%, mientras que con el 5% fue de 7.52% y con el 8%, de 7.45%. Estos resultados indican una disminución en la humedad óptima necesaria para lograr la máxima densidad seca del suelo al agregar cenizas. En el ensayo de CBR, la muestra natural presentó valores de 5.44 al 100% y 4.27 al 95%. Con la Modificación con 2%, estos valores aumentaron a 7.39 y 5.92, respectivamente. Para el 5%, los valores fueron de 8.83 y 7.58, y para el 8%, de 12.43 y 10.87. Estos resultados indican mejoras significativas en la resistencia del suelo al tráfico vehicular con la incorporación de cenizas de estiércol de ovino.



CONCLUSIONES

C1- En la avenida Virreyes del distrito de San Miguel, el suelo presenta un índice de plasticidad de 18.70%, lo que evidencia un predominio de arcillas y clasifica al suelo como altamente plástico. La densidad máxima seca es de 1.802 gr/cm³ y el contenido óptimo de humedad es del 8.6%. Los resultados del CBR muestran valores de 5.44% y 4.27% para compactación al 100% y 95%, respectivamente, incumpliendo con los criterios de la DG-2018, lo que sugiere una capacidad de soporte insuficiente.

C2- La adición de cenizas de estiércol ovino en proporciones del 2%, 5% y 8% tuvo un efecto positivo en la plasticidad del suelo. El índice de plasticidad disminuyó de 18.70% a 15.57% con la incorporación del 2% de cenizas. Con un 5%, el índice se redujo a 10.41%, y con 8%, el índice fue de 8.58%, evidenciando una mejora significativa en las propiedades plásticas del suelo.

C.3- Las proporciones de 2%, 5% y 8% de cenizas de estiércol ovino también influyeron en la densidad máxima seca. Con el 2%, la densidad pasó de 1.80 a 1.921 gr/cm³, mientras que con el 5% alcanzó 1.979 gr/cm³, y con el 8%, la máxima densidad registrada fue de 2.040 gr/cm³. Esto indica una mejora en el grado de compactación del suelo.

C.4- La adición de 2%, 5% y 8% de cenizas de estiércol ovino también impactó positivamente en el CBR. Con un 2%, el CBR-95% aumentó de 4.27% a 5.92%. Con un 5%, el valor del CBR subió a 7.58%, y con el 8%, alcanzó 10.87%, clasificando al suelo con una buena capacidad portante.



RECOMENDACIONES

R1- Es fundamental considerar las normativas vigentes en todo proceso, ya que estas proporcionan los lineamientos necesarios para el diseño y la construcción, alineándose a los reglamentos locales y las normativas de calidad del suelo aplicables.

R2- Se sugiere aplicar estrictas medidas de precaución al realizar la quema de estiércol, dado que una ejecución inadecuada puede incrementar el riesgo de incendios. De ser posible, se recomienda llevar a cabo este proceso en un horno controlado, reduciendo significativamente los riesgos asociados.

R3- Es aconsejable realizar varias repeticiones de los ensayos para obtener resultados más representativos y reducir la variabilidad experimental. La replicación incrementa la confiabilidad de los datos, brindando una base más sólida para formular conclusiones precisas.

R3- Emplear diferentes tipos de ensayos para corroborar los resultados es esencial. Se sugiere utilizar diversos métodos para medir la densidad máxima o la capacidad de soporte CBR, permitiendo así una comparación coherente y completa de los resultados obtenidos.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Araujo Cueva, L. D., & Urbano Ciriaco, D. F. (2020). Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en calle Integración—Chosica 2019.
- Braja, D. (2014). *Fundamentos de ingeniería geotécnica braja m das 4ta edicion*.
- Cadillo Salvador, I. L. (2021). Estabilización de subrasante con adición de ceniza de tuna, carretera: Tinco – Ataquero, Carhuaz, Ancash – 2021.
- Castro Cuadra, A. F. (2019). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante. *Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Chacón Pérez, M. A., & De la Cruz Valencia, L. D. (2020). Incorporación de cenizas volantes en la subrasante para pavimento flexible Yaurilla—Los Aquijes – Ica, 2020. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56144>
- Escobar, J., Quispe, G., Quispe, F., Arana, J., & Huarcaya, R. (2021). *Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/18221>
- Espinoza, M., & Antenor, W. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*. <https://hdl.handle.net/11042/4476>
- Gutiérrez Baca, C. (2017). Determinación de las áreas vulnerables frente a riesgos de inundación y huaycos en la zona aledaña al río Pachatusan y sus propuestas de mitigación. *Universidad Andina del Cusco*.
- Huanacuni Ramos, M. G. (2022). Estabilización de subrasante incorporando ceniza de estiércol de camélidos y de madera en carretera Kelluyo – Pisacoma, Puno – 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105726>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.



- Kumar Yadav, A., Gaurav, K., Kishor, R., & Suman, S. K. (2017). Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 10(3), 254-261. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.02.001>
- Labajos, O. G., & Núñez, J. H. S. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589>
- Machaca Calla, E. A., & Yucra Mendoza, R. A. (2022). Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de estiércol de ovino para la vía Canchi Grande de bajo tránsito, Caracoto—Puno 2022. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13865>
- Malca Becerra, W. W. (2022). Estabilización de la subrasante de suelos utilizando las cenizas del estiércol de cuy para los 14.35 km del Camino Vecinal Lambayeque—Playa Naylamp, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
- Mamani Choque, J. D. (2023). Incorporación de ceniza de estiércol en impermeabilización y propiedades físico—Mecánicas de base de pavimento flexible Juliaca – 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110179>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Mishra, P., Shukla, S., & Mittal, A. (2022). Stabilization of subgrade with expansive soil using agricultural and industrial By-products: A review. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1418-1424. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.397>
- Pacuy Loli, E. M. (2022). Estabilización de subrasante con adición de ceniza de hojas de maíz (Zea Mays), Yungay, Ancash, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105630>



- Pateriya, A. S., Robert, D. J., Dharavath, K., & Soni, S. K. (2022). Stabilization of marble wastes using cement and nano materials for subgrade applications. *Construction and Building Materials*, 326, 126865.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126865>
- Portilla, F., & Andaluz, R. (2022). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante.*
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34106>
- Rivera Pomahuacre, A. J., & Curi Avalos, E. I. (2022). Adición de biorresiduos animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga—Qorihuillca, Ayacucho 2022. *Repositorio Institucional - UCV.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99876>
- Serrano, J. (2020). *Metodología de la Investigación edición Gamma 2020: 1er semestre Bachillerato General.* Bernardo Reyes.
- Tortosa, G., Albuquerque, J. A., Ait-Baddi, G., & Cegarra, J. (2015). The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste ("alperujo"). *Journal of Cleaner Production*, 26, 48-55.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Como influye la ceniza de estiércol de ovino sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Analizar la influencia de la ceniza de estiércol de ovino sobre las propiedades del suelo de subrasante de la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La aplicación de la ceniza de estiércol de ovino en la subrasante de la Avenida Virreyes en el distrito de San Miguel tendrá un impacto significativo en las propiedades del suelo.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>CENIZAS DE ESTIÉRCOL DE OVINO</p> <p>Dimensiones:</p> <p><i>Ceniza de estiércol de ovino en porcentajes de 2%, 5%, y 8%</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE</p> <p>Dimensiones:</p> <p><i>Límites</i> <i>Valor de fluencia plástica</i> <i>Grado de compactación</i> <i>Capacidad de soporte.</i></p>	Equipos y herramientas de laboratorio.
<p>Específicos</p> <p>¿Cuáles son las propiedades que definen el suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cómo influye la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el Valor de fluencia plástica del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes?</p> <p>¿Cómo influye la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el grado de compactación del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes?</p> <p>¿Cómo influye la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre la capacidad de soporte del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes?</p>	<p>Específicos</p> <p>Determinar las propiedades que definen el suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel.</p> <p>Evaluar la influencia de la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el Valor de fluencia plástica del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes.</p> <p>Evaluar la influencia de la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre el grado de compactación del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes.</p> <p>Evaluar la influencia de la ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8% sobre la capacidad de soporte del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes.</p>	<p>Específicas</p> <p>Las propiedades que definen el suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes del distrito de San Miguel variaran en función de los diferentes tipos de suelo que se presenten.</p> <p>La ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8%, tendrá un efecto positivo sobre el Valor de fluencia plástica del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, con una tendencia a reducir la plasticidad del suelo.</p> <p>La ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8%, influirá favorablemente en el grado de compactación del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, mejorando su densidad y estabilidad.</p> <p>La ceniza de estiércol en porcentajes de 2%, 5%, y 8%, tendrá un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo de la subrasante en la Avenida Virreyes, mejorando su resistencia a cargas.</p>		



Anexo 2. Certificados de Calidad de Laboratorio



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



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- 2% DE CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.01
SUELO SECO + TARRO	gr	81.99
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	10.02
PESO DEL SUELO SECO	gr	57.99
HUMEDAD %	%	17.28

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	29.37	29.34	29.47	17.21	17.24
SUELO SECO + TARRO	27.32	27.34	27.43	15.92	15.97
PESO DEL TARRO	21.00	21.00	21.00	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	2.05	2.00	2.04	1.29	1.27
PESO DEL SUELO SECO	6.32	6.34	6.43	7.92	7.97
HUMEDAD %	32.44	31.55	31.73	16.29	15.93
N° DE GOLPES	30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 31.51 **LIMITE PLASTICO** : 16.11

INDICE PLASTICO : 15.40

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mtr. Amanda Yana Torres
 CEP: 103257

BIÉ: B006 - 00286595



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02- 2% DE CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.26
SUELO SECO + TARRO	gr	85.87
PESO DEL TARRO	gr	23.89
PESO DEL AGUA	gr	10.39
PESO DEL SUELO SECO	gr	61.98
HUMEDAD %	%	16.76

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	29.07	29.05	29.08	17.22	17.31
SUELO SECO + TARRO	gr	27.22	27.06	27.08	16.00	16.00
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	1.85	1.99	2.00	1.22	1.31
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.22	6.06	6.08	7.99	7.99
HUMEDAD %	%	29.74	32.84	32.89	15.27	16.40
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 31.39 **LIMITE PLASTICO** : 15.83

INDICE PLASTICO : 15.56

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 FICP - INGENIERIA CIVIL
 M.S.C. JEFATURA
 Mtro. Arnaldo Lara Torres
 CIP. 10327

BIE: B006 - 00286595



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03- 2% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	94.75
SUELO SECO + TARRO	gr	84.52
PESO DEL TARRO	gr	23.75
PESO DEL AGUA	gr	10.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	60.77
HUMEDAD %	%	16.83

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	29.64	29.58	29.47	18.02	18.01
SUELO SECO + TARRO	gr	27.51	27.51	27.45	16.61	16.69
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	2.13	2.07	2.02	1.41	1.32
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.51	6.51	6.45	8.60	8.68
HUMEDAD %	%	32.72	31.80	31.32	16.40	15.21
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 31.56 **LIMITE PLASTICO** : 15.80

INDICE PLASTICO : 15.76

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

MIGUEL ÁNGEL YANA TORRES
 C.P. 103257

BIE: B006 - 00286595



PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE

: BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN

: AVENIDA VIRREYES

LUGAR

: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

: CALICATA 01- 5% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA

: 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.41
SUELO SECO + TARRO	gr	82.79
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	9.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	58.79
HUMEDAD %	%	16.36

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	26.32	26.41	26.45	16.87	16.77
SUELO SECO + TARRO	gr	25.42	25.44	25.51	15.98	15.97
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	0.90	0.97	0.94	0.89	0.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.42	4.44	4.51	7.98	7.97
HUMEDAD %	%	20.36	21.85	20.84	11.15	10.04
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 20.75 **LIMITE PLASTICO** : 10.60

INDICE PLASTICO : 10.16

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - C.P. INGENIERIA CIVIL
 MSc. Yvonne Yana Torres
 JEPATURA
 JULIACA

BIE: B006 - 00286595



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02- 5% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.86
SUELO SECO + TARRO	gr	86.77
PESO DEL TARRO	gr	23.99
PESO DEL AGUA	gr	10.09
PESO DEL SUELO SECO	gr	62.78
HUMEDAD %	%	16.07

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		4	5	6	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	26.57	26.45	26.37	17.22	17.31	
SUELO SECO + TARRO	gr	25.61	25.46	25.38	16.43	16.25	
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01	
PESO DEL AGUA	gr	0.96	0.99	0.99	0.79	1.06	
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.61	4.46	4.38	8.42	8.24	
HUMEDAD %	%	20.82	22.20	22.60	9.38	12.86	
N° DE GOLPES		30	25	15			
LIMITE LIQUIDO :		21.58			LIMITE PLASTICO :		11.12

INDICE PLASTICO : **10.45**

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



[Handwritten Signature]
 JEFATURA
 18/03/2024

BIE: B006 - 00286595



PROYECTO

INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE

BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN

AVENIDA VIRREYES

LUGAR

LABORATORIO DE CALICATA 01- 5% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

MUESTRA

CALICATA 03- 5% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA

18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	87.59
SUELO SECO + TARRO	gr	78.52
PESO DEL TARRO	gr	23.75
PESO DEL AGUA	gr	9.07
PESO DEL SUELO SECO	gr	54.77
HUMEDAD %	%	16.56

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	7	8	9	E	F	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	26.34	26.27	26.31	16.87	16.85
SUELO SECO + TARRO	gr	25.29	25.30	25.35	15.91	15.89
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	1.05	0.97	0.96	0.96	0.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.29	4.30	4.35	7.90	7.88
HUMEDAD %	%	24.48	22.56	22.07	12.15	12.18
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 22.78 LIMITE PLASTICO : 12.17

INDICE PLASTICO : 10.61

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERES VELASQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN
 M.S.C. J. FEATURA
 C.I.R. 104297

BIE: B006 - 00286595



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- 8% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	87.54
SUELO SECO + TARRO	gr	80.69
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	6.85
PESO DEL SUELO SECO	gr	56.69
HUMEDAD %	%	12.08

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	25.46	25.52	25.53	15.87	15.77
SUELO SECO + TARRO	gr	24.74	24.72	24.83	15.08	15.01
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	0.72	0.80	0.70	0.79	0.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	3.74	3.72	3.83	7.08	7.01
HUMEDAD %	%	19.25	21.51	18.28	11.16	10.84
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 19.46 **LIMITE PLASTICO** : 11.00

INDICE PLASTICO : 08.46

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 EICP - CÁMARA DE INGENIERÍA CIVIL

Armando Yana Torres
 CIP 103297

BIE: B006 - 00286595



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02- 8% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	86.79
SUELO SECO + TARRO	gr	79.61
PESO DEL TARRO	gr	23.99
PESO DEL AGUA	gr	7.18
PESO DEL SUELO SECO	gr	55.62
HUMEDAD %	%	12.91

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	25.61	25.74	25.63	15.85	15.78
SUELO SECO + TARRO	gr	24.87	24.93	24.88	15.07	15.02
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	0.74	0.81	0.75	0.78	0.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	3.87	3.93	3.88	7.06	7.01
HUMEDAD %	%	19.12	20.61	19.33	11.05	10.84
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 19.44 **LIMITE PLASTICO** : 10.94

INDICE PLASTICO : 08.50

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 RUC: 20509031001

Mtr. Arnaldo Luna Torres
 CIP: 103257

BIE: B006 - 00286595



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03- 8% DE CENIZA DE ESTIERCOL DE OVINO

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	87.76
SUELO SECO + TARRO	gr	80.12
PESO DEL TARRO	gr	23.75
PESO DEL AGUA	gr	7.64
PESO DEL SUELO SECO	gr	56.37
HUMEDAD %	%	13.55

**LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	25.44	25.32	25.42	15.87	15.77
SUELO SECO + TARRO	gr	24.69	24.61	24.68	15.08	15.01
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	0.75	0.71	0.74	0.79	0.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	3.69	3.61	3.68	7.07	7.00
HUMEDAD %	%	20.33	19.67	20.11	11.17	10.86
N° DE GOLPES		30	25	15		
LIMITE LIQUIDO		19.78		LIMITE PLASTICO		11.02
INDICE PLASTICO						08.77

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 Ing. Arnoldo Juan Torres
 CIP 133257

BiE: B006 - 00286595



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	90.00
SUELO SECO + TARRO	gr	80.60
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	9.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	56.60
HUMEDAD %	%	16.61

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.01	32.04	31.46	19.01	19.30
SUELO SECO + TARRO	gr	29.27	29.46	28.55	17.52	17.47
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	2.74	2.58	2.91	1.49	1.83
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.27	8.46	7.55	9.52	9.47
HUMEDAD %	%	33.13	30.50	38.54	15.65	19.32
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 33.53 **LIMITE PLASTICO** : 17.49

INDICE PLASTICO : 16.05

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

Donde:

LL = Limite Líquido

W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



[Firma]
 JERATURA
 M. Aracely Yana Torres
 CAP. 1993-057

BIE: B006 - 00286595



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

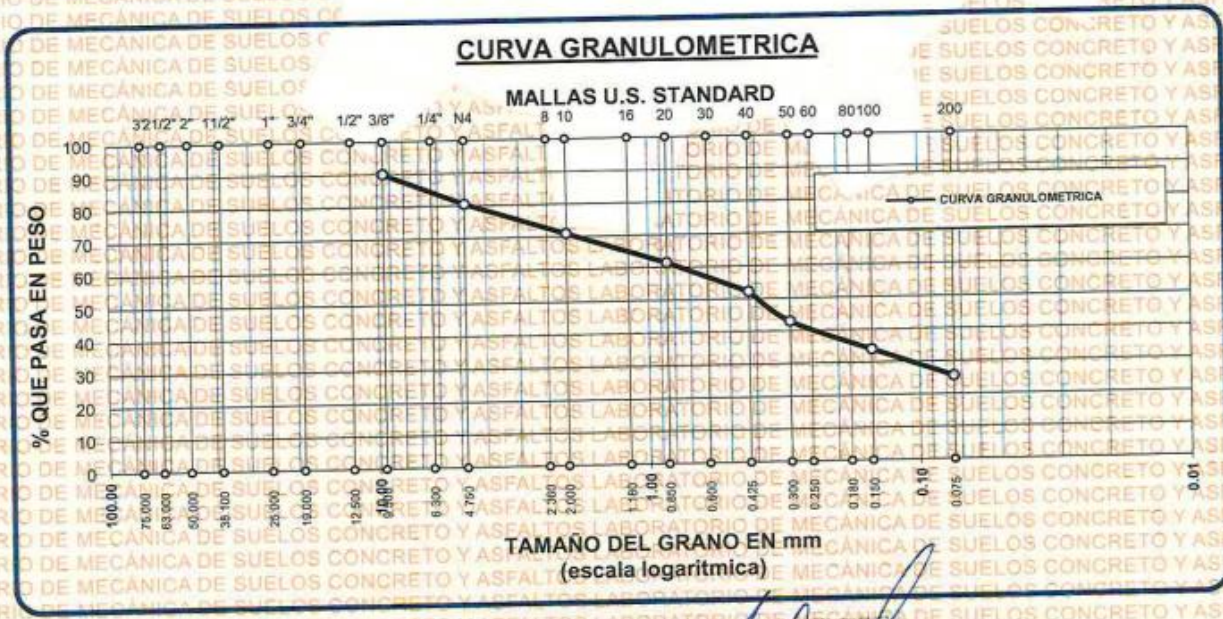
UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 744.87
1 1/2"	38.100						P.P.= 255.13
1"	25.000						% W = 16.61
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 33.53
3/8"	9.500	100.00	10.00	10.00	90.00		L.P.= 17.49
1/4"	6.300						I.P.= 16.05
No4	4.750	94.87	9.49	19.49	80.51		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	96.12	9.61	29.10	70.90		D30= 0.115 Cc= ---
No16	1.180						
No20	0.850	94.64	9.46	38.56	61.44		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	92.87	9.29	47.85	52.15		SUSCS ; SC
No50	0.300	93.14	9.31	57.16	42.84		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	89.45	8.95	66.11	33.89		
No200	0.075	83.78	8.38	74.49	25.51		
BASE		255.13	25.51	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA							



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 UANCV
 Ing. Aníbal Lara Jankus
 CIP 30327

BIE: B006 - 00286595



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.73
SUELO SECO + TARRO	gr	83.65
PESO DEL TARRO	gr	23.89
PESO DEL AGUA	gr	13.08
PESO DEL SUELO SECO	gr	59.76
HUMEDAD %	%	21.89

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.19	32.98	32.78	18.72	18.84
SUELO SECO + TARRO	gr	29.90	29.95	29.97	17.48	17.71
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	3.29	3.03	2.81	1.24	1.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.90	8.95	8.97	9.47	9.70
HUMEDAD %	%	36.97	33.85	31.33	13.09	11.65
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 33.70 **LIMITE PLASTICO** : 12.37

INDICE PLASTICO : 21.33

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CIVIL
 Ing. Alfredo Yano Torres




BIE: B006 - 00286595



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

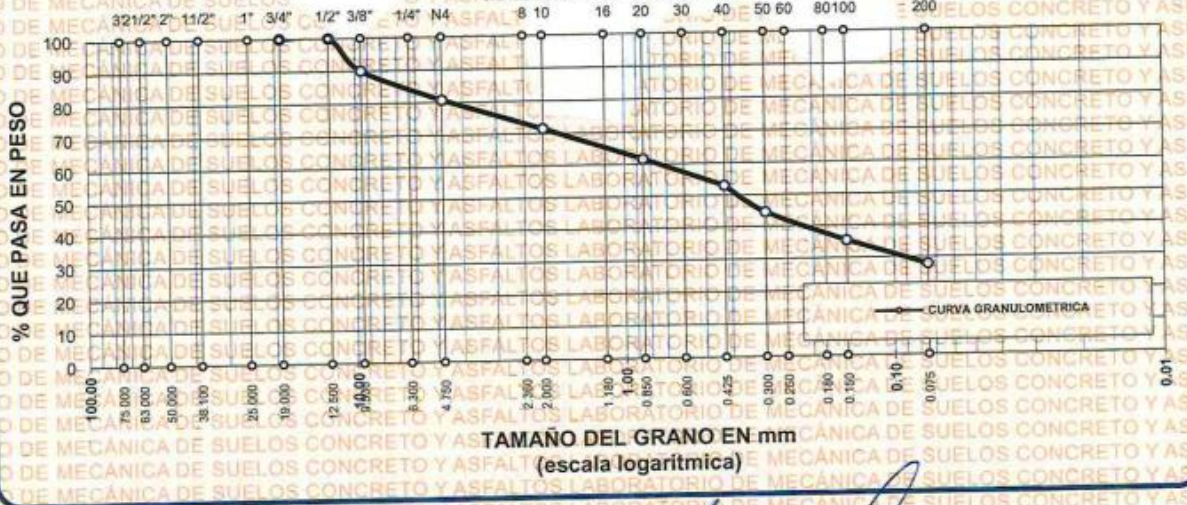
MUESTRA : CALICATA 02

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 721.88
1 1/2"	38.100						P.P.= 278.12
1"	25.000						% w = 21.89
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 33.70
3/8"	9.500	100.00	10.00	10.00	90.00		L.P.= 12.37
1/4"	6.300						I.P.= 21.33
No4	4.750	93.12	9.31	19.31	80.69		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	92.89	9.29	28.60	71.40		D30= 0.097 Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.77
No20	0.850	97.85	9.79	38.39	61.61		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	86.23	8.62	47.01	52.99		SUSCS ; SC
No 50	0.300	84.53	8.45	55.46	44.54		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	91.62	9.16	64.62	35.38		
No200	0.075	75.64	7.56	72.19	27.81		
BASE		278.12	27.81	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA							

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELÁSQUEZ"
 ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 AUT. MIN. Nº 000010035
 C. 103



PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA GENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE

: BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

UBICACIÓN

: AVENIDA VIRREYES

LUGAR

: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

: CALICATA 03

FECHA

: 18 DE MARZO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	98.11
SUELO SECO + TARRO	gr	85.25
PESO DEL TARRO	gr	23.75
PESO DEL AGUA	gr	12.86
PESO DEL SUELO SECO	gr	61.50
HUMEDAD %	%	20.91

**LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.96	32.64	33.12	19.26	18.58
SUELO SECO + TARRO	gr	31.06	29.76	30.14	17.58	17.89
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	2.90	2.88	2.98	1.68	0.69
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.06	8.76	9.14	9.57	9.88
HUMEDAD %	%	28.83	32.88	32.60	17.55	6.98
N° DE GOLPES		30	25	15		
LIMITE LIQUIDO		31.00	LIMITE PLASTICO		12.27	
INDICE PLASTICO				18.73		

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



[Handwritten signature]
Ing. [Name]
CIP. [Number]

BIE: B006 - 00286595



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

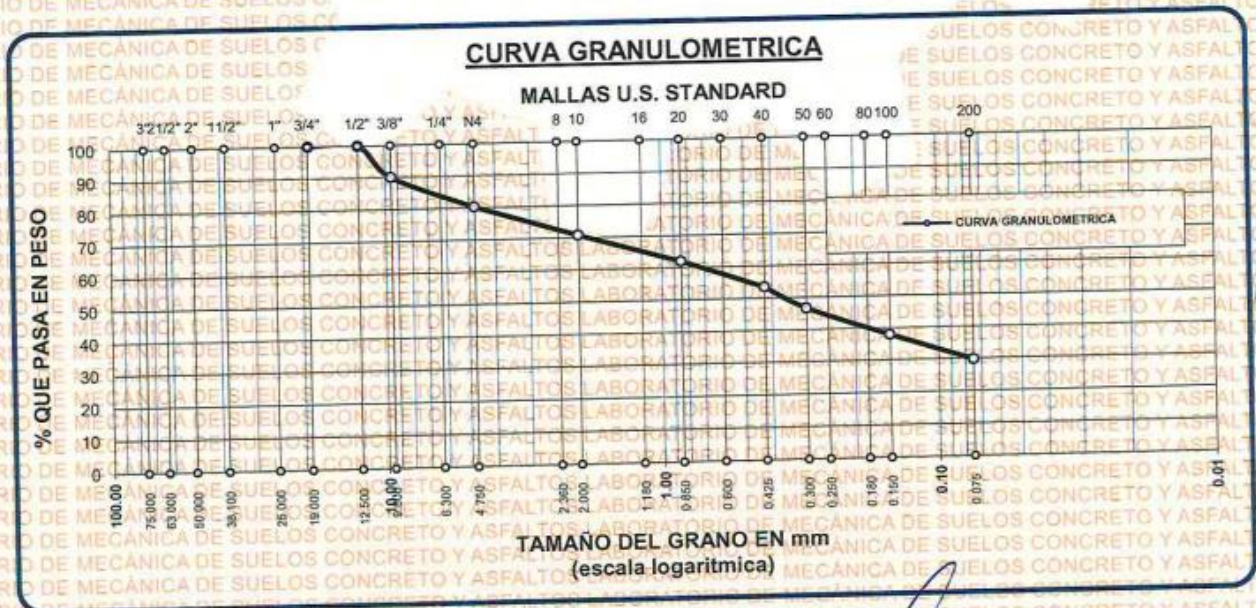
UBICACIÓN : AVENIDA VIRREYES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 1000.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 703.00
2"	50.000						P.P.= 297.00
1 1/2"	38.100						% W = 20.91
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 31.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 12.27
3/8"	9.500	100.00	10.00	10.00	90.00		I.P.= 18.73
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	97.45	9.75	19.75	80.26		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= 0.078 Cc= ---
No10	2.000	94.62	9.46	29.21	70.79		D60= 0.75
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	88.26	8.83	38.03	61.97		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; SC - SM
No40	0.425	84.68	8.47	46.50	53.50		ASSTHO :
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	87.68	8.77	62.14	37.86		
No200	0.075	81.56	8.16	70.30	29.70		
BASE		297.00	29.70	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA			29.70				



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 PROF. CAR. INGENIERÍA CIVIL
 Deyvis Fausto Flores Flores
 C.P. 33257

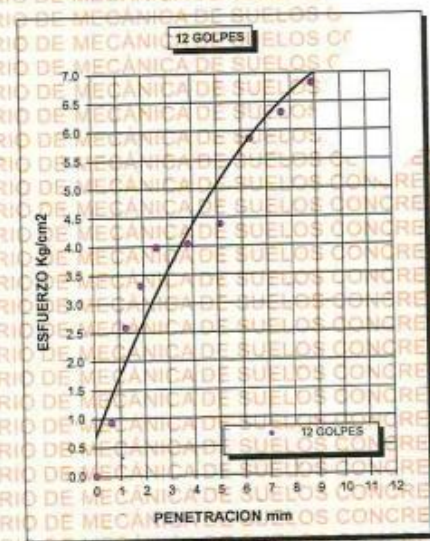
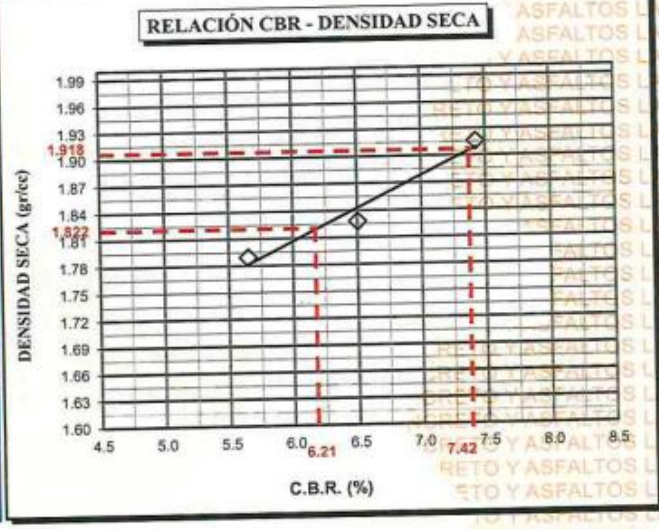
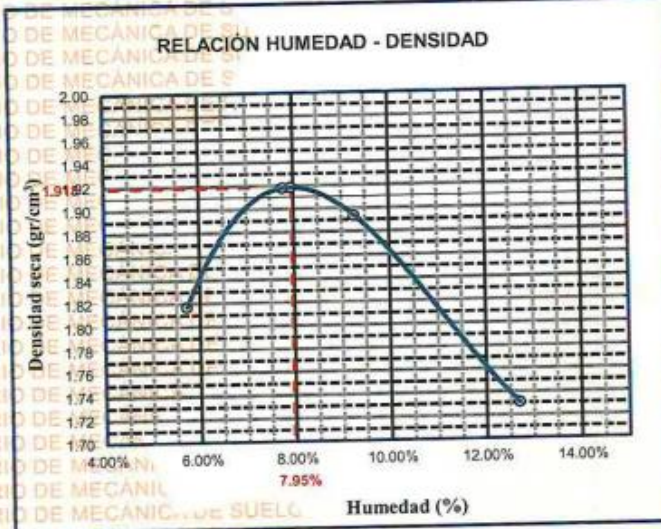
BIE: B006 - 00286595



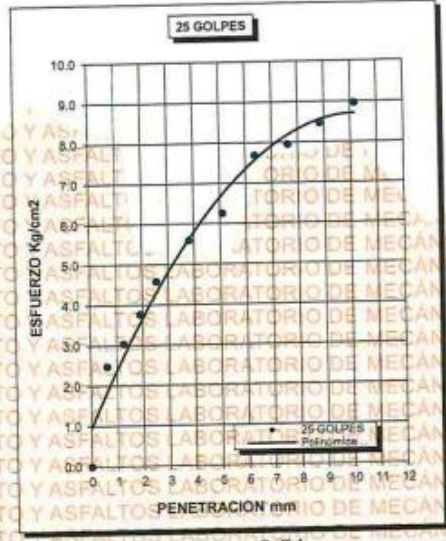
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



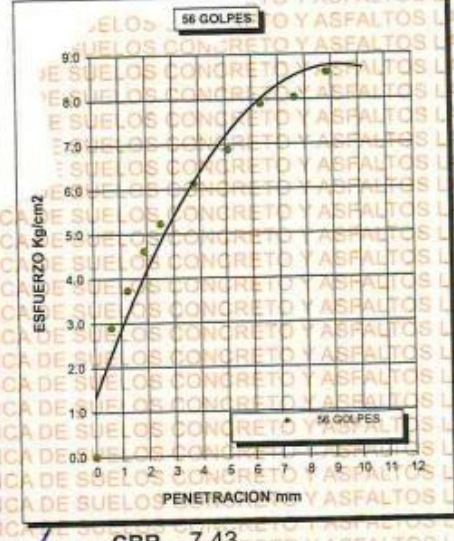
PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	BACHILLER DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.918
UBICACIÓN :	AVENIDA VIRREYES	HUMEDAD OPTIMA (%) 7.95%
MUESTRA :	CALICATA 01 - 2% CEO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 7.42
FECHA :	19 DE MARZO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 6.21
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



CBR 5.65



CBR 6.51



CBR 7.43



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - COPA INGENIERÍA CIVIL
Ing. Deyvis Fausto Flores Flores
CIP 03257

BIE: B006 - 00286595



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 05-07-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DEYVIS FAUSTO FLORES FLORES

Dirección: Av. MANCO CAPAC S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70142956

Teléfono: 935 114 420 email: deyvisfloresflores@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: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. 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 CENIZA DE ESTIÉRCOL DE OVINO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA VIRREYES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Palabras claves, (3 a 5 términos): CENIZA DE ESTIÉRCOL, PROPIEDADES DEL SUELO, SUBRASANTE

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

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
- 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 - P17


Firma de Autor



huella digital

05-07-2024

Fecha