



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS
RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA
SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROYER QUISPE PAREDES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS
RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA
SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROYER QUISPE PAREDES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

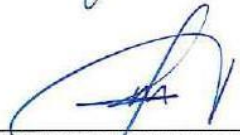
:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1325-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 012687 presentado por el (la) Bachiller: **ROYER QUISPE PAREDES** 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. **ROYER QUISPE PAREDES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024**, 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. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ROYER QUISPE PAREDES**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 25 de octubre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - 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. TRILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
TACAMA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 709-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 08735 por el señor (a): **ROYER QUISPE PAREDES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 724 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 137 - 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 señor (a): **ROYER QUISPE PAREDES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024**, 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° 137 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024**, 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 señor (a): **ROYER QUISPE PAREDES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024** 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), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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. PURAS
.....
Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 420-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6404, presentado el o (la) Bachiller ROYER QUISPE PAREDES solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 447 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 141-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: ROYER QUISPE PAREDES ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024**, 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° 141-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024**.

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: ROYER QUISPE PAREDES, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024** 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 **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
D. ROYER QUISPE PAREDES
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
CIP. 47790
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (s)



INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRURGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

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




Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Royer Quispe Paredes
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73653874
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-1253-7341
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
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	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Arapa Latitud: S 15° 08' 30" Longitud: O 70° 07' 03"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/qUFdRYsjsbJv3C7v8</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 - Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLEROS TELLO
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 JULIACA - PUNO

DIRECTOR

Dr. Efraín Parillo Sosá
DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ROYER QUISPE PAREDES, identificado con DNI
Nro. 73653874, 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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y
MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE
LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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 08 de noviembre del 2024



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Gracias a mis padres, que siempre me han querido sin importar lo que pasara y han estado ahí para mí sin importar lo que pasara; no podría haberlo logrado sin su apoyo y sus sacrificios.

Por estar ahí para mí en las buenas y en las malas, compartiendo alegrías y tristezas, mis amigos.

Y a todos los que han sido una inspiración para mí, gracias por insistir constantemente en que la educación es la clave. Recuerden que tienen la libertad de personalizar el lenguaje según sus sentimientos y su gratitud.



AGRADECIMIENTO

Gracias a la Universidad Andina, he tenido la oportunidad de estudiar, desarrollarme y avanzar en mi carrera. Su dedicación a la docencia y la investigación ha sido una roca sobre la que he construido mi carrera, y estoy agradecido por todo lo que han hecho para fomentar un ambiente de aprendizaje estimulante.

Por el compromiso y el entusiasmo de los instructores. Su notable capacidad para elevar y alentar ha tenido una impresión duradera en mi vida. Todos ustedes me han ayudado a desarrollarme personalmente y a expandir mis horizontes intelectuales. Su guía, perspicacia y paciencia han sido invaluable para mí.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.	3
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación técnica.....	4
1.4.2 Justificación social.....	4
1.4.3 Justificación ambiental.....	4
1.5 Hipótesis de la Investigación.....	4
1.5.1 Hipótesis General.....	4
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	5
1.6 Variables e indicadores.....	5
1.6.1 Variable independiente.....	5
1.6.2 Variable dependiente.....	5
1.7 Operacionalización de Variables.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	7
--	----------



2.1.1	Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	13
2.1.3	Antecedentes regionales.	19
2.2	Bases teóricas.....	23
2.2.1	Suelo	23
2.2.1.1	Definición y Formación del Suelo.....	24
2.2.1.2	Propiedades del Suelo.....	25
2.2.1.3	Funciones del Suelo	27
2.2.1.4	Importancia del Suelo en la Agricultura.....	28
2.2.1.5	Amenazas y Conservación del Suelo.....	28
2.2.2	Estabilización de suelos	28
2.2.2.1	Fundamentos de la Estabilización de Suelos	28
2.2.2.2	Métodos de Estabilización de Suelos.....	29
2.2.2.3	Aplicaciones de la Estabilización de Suelos.....	30
2.2.2.4	Beneficios de la Estabilización de Suelos	30
2.2.2.5	Consideraciones en Estabilización de Suelos	30
2.2.3	Subrasante	31
2.2.3.1	Definición de Subrasante	31
2.2.3.2	Propiedades de la Subrasante.....	31
2.2.3.3	Métodos de Evaluación de la Subrasante	32
2.2.3.4	Métodos de Mejoramiento de la Subrasante.....	33
2.2.3.5	Importancia de la Subrasante en la Ingeniería Civil	33
2.2.4	Residuos plásticos.....	33
2.2.4.1	Fuentes de Residuos Plásticos.....	34
2.2.4.2	Impactos de los Residuos Plásticos.....	34
2.2.4.3	Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos.....	35
2.2.4.4	Plástico reciclado para estabilizar la subrasante.....	36
2.2.5	Mascarilla quirúrgica.....	38
2.2.5.1	Mascarilla quirúrgica para estabilizar subrasante.....	39
2.3	Marco conceptual.....	41
2.3.1	CBR.....	41
2.3.2	Granulometría.....	41
2.3.3	Índice de plasticidad	41
2.3.4	Mascarilla quirúrgica.....	41
2.3.5	Plástico reciclado.....	42
2.3.6	Proctor modificado.....	42
2.3.7	Suelo	42



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación 43

3.2 Método de la Investigación..... 43

3.3 Nivel y tipo de la investigación 44

 3.3.1 Nivel de la Investigación 44

 3.3.2 Tipo de la investigación 44

3.4 Población y Muestra 44

 3.4.1 Población..... 44

 3.4.2 Muestra 45

 3.4.3 Técnicas e Instrumentos..... 45

 3.4.3.1 Técnicas 45

 3.4.3.2 Instrumentos 46

3.5 Plan de recolección y procesamiento de datos 47

 3.5.1 Desarrollo del plan de investigación 47

 3.5.2 Procesamiento de datos 52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados..... 53

 4.1.1 Resultados sobre propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante.53

 4.1.2 Efecto del plástico reciclado y mascarilla quirúrgica en porcentajes variables en el índice de plasticidad del suelo de subrasante 56

 4.1.3 Efecto del plástico reciclado y mascarilla quirúrgica en porcentajes variables en el grado de compactación del suelo de subrasante 60

 4.1.4 Efecto del plástico reciclado y mascarilla quirúrgica en porcentajes variables en la capacidad de soporte del suelo de subrasante 64

 4.1.5 Comparación de los resultados obtenidos: 68

4.2 Discusión de resultados..... 74

CONCLUSIONES 78

RECOMENDACIONES..... 79

REFERENCIAS 80

ANEXOS 85



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables. 6

Tabla 2 Parámetros de la Subrasante 32

Tabla 3 Muestras..... 45

Tabla 4 Cantidad de muestras..... 48

Tabla 5 Humedad de calicatas 53

Tabla 6 Análisis granulométrico de las calicatas..... 54

Tabla 7 ÍP del suelo convencional. 54

Tabla 8 GC del suelo convencional. 55

Tabla 9 CBR del suelo convencional 55

Tabla 10 IP de suelo natural + 2% de Plásticos reciclados..... 56

Tabla 11 IP al combinar suelo natural + 4% de plásticos reciclados. 57

Tabla 12 IP al combinar suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica. 58

Tabla 13 IP al combinar suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica. 59

Tabla 14 GC del suelo natural con adición de 2% de plástico reciclado. 60

Tabla 15 GC del suelo natural + 4% de plástico reciclado. 61

Tabla 16 GC del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica..... 62

Tabla 17 GC del suelo estándar + 1% de mascarilla quirúrgica..... 63

Tabla 18 CBR del suelo estándar + 2% de plástico reciclado. 64

Tabla 19 CBR del suelo natural + 4% de plástico reciclado..... 65

Tabla 20 CBR del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica..... 66

Tabla 21 CBR del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica..... 67

Tabla 22 Comparativa de los índices de plasticidad con el empleo de plástico reciclado.
..... 68

Tabla 23 Comparativa de los índices de plasticidad con el empleo de mascarilla
quirúrgica..... 69

Tabla 24 Comparativa del GC del suelo + empleo de plástico reciclado..... 70

Tabla 25 Comparativa del GC del suelo + mascarilla quirúrgica..... 71

Tabla 26 Comparativa del CBR + adición de plástico reciclado. 72

Tabla 27 Comparativa del CBR según + mascarilla quirúrgica. 73



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la vía.....	48
Figura 2	Residuos de plásticos reciclados	49
Figura 3	Mascarilla quirúrgica reciclada.	49
Figura 4	IP del suelo natural + 2% de residuos de plástico reciclado.	56
Figura 5	IP del suelo natural + 4% de residuos de plástico reciclado.	57
Figura 6	IP del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.	58
Figura 7	IP del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.	59
Figura 8	GC del suelo estándar + 2% de plástico reciclado.	60
Figura 9	GC del suelo estándar + 4% de plástico reciclado.	61
Figura 10	GC del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.	62
Figura 11	GC del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.	63
Figura 12	CBR del suelo natural con adición de 2% de plástico reciclado.....	64
Figura 13	CBR del suelo natural + 4% de plástico reciclado.	65
Figura 14	CBR del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.	66
Figura 15	CBR del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.	67
Figura 16	Comparativa de IP del suelo con plástico reciclado.....	68
Figura 17	Comparativa de IP del suelo con mascarilla reciclada.....	69
Figura 18	Variación de resultados del GC del suelo con plástico reciclado.	70
Figura 19	Variación de resultados del GC del suelo con mascarilla quirúrgica.....	71
Figura 20	Comparativa del CBR del suelo natural + plástico reciclado.....	72
Figura 21	Comparativa del CBR del suelo natural + mascarilla quirúrgica.	73



RESUMEN

La tesis "Influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas recicladas sobre las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya Arapa 2024" tiene como objetivo analizar el impacto de estos materiales en el comportamiento del suelo. Utilizando un enfoque aplicado, cuantitativo y un diseño experimental, se evalúan los cambios en las características del suelo al integrar diferentes porcentajes de estos residuos. El índice de plasticidad (IP) del suelo original, que era del 20.27%, se redujo a 13.11% con la adición del 2% de plásticos y a 11.76% con un 4%. Similarmente, con la inclusión de mascarillas quirúrgicas, el IP disminuyó a 12.26% al integrar un 0.5% y a 11.27% con un 1%, demostrando una mayor estabilidad frente a la humedad. La (MDS) mostró un incremento con la adición de plásticos reciclados, alcanzando 1.990 g/cc con un 2% y 1.971 g/cc con un 4%, mientras que la incorporación de mascarillas no tuvo un impacto significativo en este aspecto. El (CBR), se observó una mejora: el valor original del CBR era 5.4 al 95% de la MDS, que aumentó a 9.94 con un 2% de plásticos y a 12.37 con un 4%. Las mascarillas quirúrgicas también incrementaron el CBR, llegando a 11.33 con un 0.5% y a 10.83 con un 1%. En resumen, la estabilización del suelo mediante el uso de residuos plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas se presenta como una estrategia efectiva para mejorar las condiciones del suelo en proyectos viales, además de ofrecer una solución sostenible que ayuda a mitigar el impacto ambiental.

Palabras clave: plástico reciclado, mascarilla quirúrgica, índice de plasticidad, grado de compactación, capacidad de soporte.



ABSTRACT

The thesis "Influence of the incorporation of recycled plastic waste and recycled surgical masks on the properties of the subgrade of the Achaya Arapa 2024 highway" aims to analyze the impact of these materials on soil behavior. Using an applied, quantitative approach and an experimental design, the changes in soil characteristics are evaluated when integrating different percentages of these wastes. The plasticity index (PI) of the original soil, which was 20.27%, was reduced to 13.11% with the addition of 2% of plastics and to 11.76% with 4%. Similarly, with the inclusion of surgical masks, the PI decreased to 12.26% when integrating 0.5% and to 11.27% with 1%, demonstrating greater stability against humidity. The (MDS) showed an increase with the addition of recycled plastics, reaching 1,990 g/cc with 2% and 1,971 g/cc with 4%, while the incorporation of masks had no significant impact on this aspect. The (CBR), an improvement was observed: the original CBR value was 5.4 at 95% of the MDS, which increased to 9.94 with 2% plastics and 12.37 with 4%. Surgical masks also increased the CBR, reaching 11.33 with 0.5% and 10.83 with 1%. In summary, soil stabilization through the use of recycled plastic waste and surgical masks is presented as an effective strategy to improve soil conditions in road projects, in addition to offering a sustainable solution that helps mitigate the environmental impact.

Keywords: recycled plastic, surgical mask, plasticity index, degree of compaction, bearing capacity.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible y la gestión adecuada de los residuos son desafíos cruciales en la actualidad, especialmente en el contexto de la creciente urbanización y el desarrollo de infraestructura. La industria de la construcción, particularmente en la construcción de carreteras, ofrece una oportunidad significativa para la incorporación de materiales reciclados, promoviendo prácticas más ecológicas y eficientes.

En los últimos años, la acumulación de residuos plásticos ha generado una preocupación ambiental global debido a su lenta degradación y el impacto negativo en los ecosistemas. Paralelamente, la pandemia de COVID-19 ha incrementado el uso de mascarillas quirúrgicas, lo que ha añadido una nueva dimensión al problema de residuos. La gestión de estos desechos se ha convertido en un desafío logístico y ambiental, requiriendo soluciones innovadoras para su reutilización efectiva.

El estudio se centra en la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas recicladas en la subrasante de la carretera Achaya Arapa, con la finalidad de evaluar su incidencia de su peculiaridad y de rendimiento del pavimento. Este estudio busca no solo proporcionar una alternativa sostenible para la gestión de residuos, sino también explorar mejoras potenciales en la durabilidad y resistencia de las infraestructuras viales.

El enfoque de esta investigación incluye la recolección y procesamiento de residuos plásticos y mascarillas quirúrgicas, la caracterización de sus propiedades físicas y químicas, y la evaluación de su desempeño cuando se incorporan en la subrasante de la carretera. Se espera que los resultados obtenidos puedan contribuir a la formulación de nuevas directrices y estándares para la construcción de carreteras sostenibles, promoviendo el uso de materiales reciclados y reduciendo la huella ambiental de los proyectos de infraestructura.



La importancia radica en su potencial para transformar un problema ambiental en una oportunidad para el desarrollo de soluciones ingeniosas en la ingeniería civil, mejorando la sostenibilidad de creación de carreteras y fomentando la reutilización de residuos en aplicaciones prácticas.

Capítulo I: Este apartado aborda la problemática que motivó la realización del presente estudio, formulando los objetivos, justificaciones, hipótesis, y definiendo las variables, dimensiones e indicadores.

Capítulo II: Aquí se incluyen los antecedentes que orientan el estudio, los resultados obtenidos para comparaciones posteriores, y las principales teorías que facilitan la comprensión del tema y la definición de los términos utilizados.

Capítulo III: En este apartado se detalla el método utilizado para llevar a cabo cada fase del estudio, incluyendo los procedimientos en la recopilación y análisis de datos recopilados.

Capítulo IV: Esta sección, se presentan tablas y figuras que resumen los valores logrados a partir del análisis de la información previa, junto con una discusión de los hallazgos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

La gestión de residuos plásticos y de mascarillas quirúrgicas ha emergido como un desafío ambiental significativo en las últimas décadas. La acumulación de desechos plásticos debido a su lenta degradación, junto con el aumento en el uso de mascarillas quirúrgicas a raíz de la pandemia de COVID-19, ha exacerbado los problemas de contaminación ambiental y de salud pública. Estos residuos no solo ocupan espacio en los vertederos, sino que también representan una amenaza para los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En el contexto de la construcción de carreteras, uno de los componentes clave es la subrasante, la capa que proporciona soporte estructural a las capas superiores del pavimento. Tradicionalmente, la subrasante se construye utilizando materiales convencionales que, aunque efectivos, no contribuyen a la mitigación de problemas ambientales relacionados con los residuos.

La carretera Achaya Arapa, ubicada en una región con limitados recursos naturales y desafíos económicos, presenta la oportunidad de abordar simultáneamente problemas ambientales y de infraestructura. La incorporación de residuos plásticos

reciclados y mascarillas quirúrgicas recicladas en la subrasante podría ofrecer una solución innovadora, transformando materia de desecho en recursos valiosos para la construcción de carreteras.

Sin embargo, la viabilidad de esta solución depende de un entendimiento profundo de cómo estos materiales afectan las cualidades mecánicas y de perdurabilidad de la subrasante. La falta de estudios previos detallados sobre la influencia de estos residuos específicos en la subrasante de carreteras genera incertidumbre sobre su comportamiento a largo plazo y su influencia en la calidad y seguridad de la infraestructura vial.

Por lo tanto, nace la necesidad de investigar el efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas recicladas en las cualidades de la subrasante de la carretera Achaya Arapa.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada sobre las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?

1.2.2 Problemas Específicos.

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?
2. ¿Cuál es el efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el índice plástico de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?

3. ¿Cuál es la incidencia de la adición de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?
4. ¿Cuál es la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el CBR de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Analizar la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada sobre las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.
2. Determinar el efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el índice plástico de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.
3. Determinar la incidencia de la adición de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.
4. Determinar la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el CBR de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.



1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación técnica.

Radica en la convergencia de la sostenibilidad ambiental, la innovación tecnológica y la viabilidad económica, ofreciendo una solución holística para la construcción de carreteras que responde a los desafíos contemporáneos de la ingeniería civil. Esta investigación no solo tiene el potencial de mejorar la calidad y durabilidad de la infraestructura vial, sino que también promueve prácticas responsables y sostenibles en la gestión de residuos.

1.4.2 Justificación social.

Reside en su potencial para generar beneficios tangibles y duraderos para la comunidad y la sociedad en general. Al abordar problemas ambientales, mejorar la infraestructura y promover prácticas sostenibles, esta investigación puede contribuir significativamente al bienestar social, económico y ambiental de la región de Achaya Arapa y más allá.

1.4.3 Justificación ambiental.

Radica en su potencial para abordar de manera efectiva los problemas relacionados con la gestión de residuos y la conservación de recursos, contribuyendo a la protección del medio ambiente y promoviendo prácticas de construcción sostenibles. Al transformar residuos en recursos valiosos para la infraestructura, esta investigación puede generar un impacto positivo y duradero en el entorno natural.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada mejorará las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024, contarán con materiales blandos de alta plasticidad y baja resistencia.
2. El efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables disminuirá el índice plástico de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.
3. La incidencia de la adición de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables incrementará la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.
4. La influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables aumentará el CBR de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable independiente.

Suelo de subrasante

Indicadores:

- Residuos plásticos reciclados.
- Mascarilla quirúrgica reciclada.

1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del suelo de subrasante

Indicadores:

- IP
- MDS y OCH
- CBR

1.7 Operacionalización de Variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Plástico reciclado y mascarilla quirúrgica	El plástico y las mascarillas quirúrgicas recicladas son materiales usados que se limpian y transforman para ser reutilizados, disminuyendo así la generación de desechos y su impacto ambiental.	- Adición de Residuos plásticos reciclados. - Adición de Mascarilla quirúrgica reciclada.	Mezcla de materiales	Fichas de laboratorio
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Suelo de Subrasante	El subsuelo es la capa subyacente de tierra que sostiene la construcción del pavimento de la carretera. Para evitar que el pavimento se deforme o falle, el subsuelo debe ser lo suficientemente fuerte y estable.	Métodos de pavimentación de carreteras	ÍP. GC. CBR.	Equipos de laboratorio Fichas control de calidad laboratorio



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes internacionales.*

(Portilla Yandún & Celi Yanchapanta, 2021) El propósito de este artículo es brindar un análisis profundo de un estudio científico que tiene como objetivo mejorar la estabilidad de la capa de subrasante en la estructura del pavimento mediante la introducción de pequeñas partículas de materiales reciclados. Estos materiales reciclados incluyen tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Una investigación de las formas en que estos polímeros influyen en las características mecánicas del suelo y contribuyen al desarrollo de un diseño de pavimento que sea más efectivo y rentable es el objetivo principal. Para llevar a cabo la investigación, se obtuvieron muestras de suelo granular de las parroquias de Montalvo, Juan Benigno Vela e Izamba, todas ubicadas en el cantón de Ambato. Se realizaron una serie de pruebas en estas muestras tanto en las instalaciones como en el laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas que tenían. Las pruebas que se llevaron a cabo comprendieron la medición del porcentaje de humedad, la densidad de campo, la gravedad específica, la distribución del tamaño de partícula, los límites de Atterberg, el



Proctor modificado y el índice de carga de California (CBR). Durante el transcurso del experimento, las muestras de suelo se infundieron con cantidades variables de PET, PP y PE, incluyendo 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% respectivamente. Fue posible ver cambios en la densidad seca máxima, contenido de humedad óptimo y valores CBR al realizar pruebas Proctor y CBR para cada porcentaje de polímero. Estas pruebas permitieron notar los cambios antes mencionados. Los porcentajes óptimos de polímeros que se requieren para promover la estabilidad del suelo sin dañar la integridad estructural del mismo se determinaron con la ayuda de este procedimiento. Los hallazgos demostraron que la densidad seca máxima y los valores CBR, que fueron determinados por el tipo de suelo y la cantidad de polímeros que se aplicaron, exhibieron cambios sustanciales. Además, se realizó un análisis comparativo entre dos diseños diferentes para pavimentos flexibles. Uno de los diseños utilizó suelos de subrasante no estabilizados, mientras que el otro utilizó suelos estabilizados con el mismo propósito. Se observó que la utilización de suelos estabilizados hizo posible reducir el espesor de las capas de pavimento, lo que resultó en una disminución de los gastos asociados con la construcción. Se puede concluir que la incorporación de partículas de PET, PP y PE en la subrasante no sólo mejora las cualidades mecánicas del suelo, sino que también proporciona importantes beneficios económicos. Al minimizar el espesor requerido de las capas y fomentar el uso de materiales reciclados, esta estrategia ayuda a promover un diseño de pavimentos más sostenible. Además, reduce el impacto ambiental que las obras de infraestructura tienen sobre el medio ambiente.

(Bejarano Hernández & Luna Pizza, 2020) su estudio "Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PET en el mejoramiento de un suelo arcilloso". Esta estrategia es especialmente pertinente a la luz de las circunstancias ambientales actuales, que incluyen el gran volumen de basura de PET, que es un producto procesado que es extremadamente resistente a la descomposición natural. Estos desechos plantean un desafío significativo para la gestión de residuos. La



aplicación de fibras de PET con el fin de estabilizar el suelo ofrece una solución técnica viable y contribuye a la reducción de las implicaciones ambientales asociadas con la eliminación de residuos plásticos. El proceso de reciclaje de material PET reduce la necesidad de su eliminación en vertederos o su quema, que tienen impactos negativos en el medio ambiente. El reciclaje de material PET es un método que ha existido durante bastante tiempo. Al disminuir la dependencia de los materiales convencionales y tal vez reducir los costos asociados con la estabilización del suelo, esta tecnología tiene el potencial de mejorar los aspectos económicos de la construcción de pavimentos estructurales. Esto se debe a que tiene la capacidad de reducir la dependencia de los materiales convencionales. Al utilizar microfibras de PET, la iniciativa pretende lograr el objetivo de estabilizar un suelo arcilloso con baja plasticidad. En cumplimiento de las normas y criterios técnicos establecidos por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2013), se realizaron ensayos de laboratorio en las condiciones descritas anteriormente. La evaluación de la resistencia a la compresión libre del suelo, tanto en su forma natural como después de la adición de microfibras de PET, fue el método que se utilizó para el proceso de estabilización. Las fibras que se utilizaron en este estudio fueron cortadas meticulosamente a dimensiones de 2,5 centímetros de largo, 1,5 milímetros de ancho y 0,5 milímetros de diámetro. Estas dimensiones corresponden al espesor de la sustancia plástica presente en las botellas de PET. Las fibras fueron absorbidas por el suelo a una tasa equivalente al 2,5% del peso total del suelo seco. Se realizaron una serie de pruebas, como el tamizado con el fin de analizar el tamaño de partícula, determinar los límites de líquido y plástico, calcular el índice de plasticidad, evaluar las relaciones peso unitario-humedad por compactación modificada y determinar la capacidad portante del suelo en el laboratorio. Para demostrar las mejoras en las propiedades mecánicas del suelo estabilizado, se compararon los resultados de las pruebas entre la muestra de suelo original y la muestra que había sido tratada con microfibras de PET. Se realizó un examen visual de las características del suelo tanto antes como después de introducir las fibras. Los resultados de este examen revelaron la influencia que las fibras tenían en la



resistencia y durabilidad del material. De esto se desprende claramente que existe una oportunidad significativa para la aplicación de esta tecnología en proyectos de ingeniería civil. Según los hallazgos de la investigación, el uso de microfibras de PET para la estabilización del suelo no solo es un método técnicamente eficaz para mejorar los suelos arcillosos, sino que también ofrece beneficios ambientales al permitir la reutilización sostenible de materiales plásticos de desecho. Estos hallazgos dan crédito a la idea de que el uso de esta tecnología puede ser una estrategia realista y rentable para la construcción de pavimentos y otros tipos de infraestructura.

(Olaya Castro, 2021) El objetivo principal de este libro es realizar una investigación en profundidad sobre el mejoramiento de suelos arcillosos complejos en Colombia. Más específicamente, el uso de materiales reciclados en el campo de la ingeniería civil es el énfasis principal de esta investigación. El propósito de este estudio es investigar los conceptos científicos complejos, así como las propiedades físicas y mecánicas fundamentales de los materiales reciclados. Además, investiga las formas en que estos materiales pueden utilizarse en el mundo real para mejorar los suelos arcillosos. Para lograr esto, es necesario evaluar la viabilidad de estas aplicaciones y proporcionar recomendaciones tanto teóricas como técnicas para la incorporación adecuada de estas aplicaciones en el campo de la ingeniería civil. Este estudio investiga una amplia gama de materiales reciclables que se utilizan en el campo de la ingeniería civil. Estos materiales incluyen polímeros recuperados como PET, geotextiles y escombros de proyectos de construcción. Las cáscaras de arroz, los lodos grasos y el caucho roto son ejemplos de materiales que se incluyen en la consideración. Otros materiales que se obtienen a partir de desechos industriales incluyen el caucho roto. Al analizar cada uno de estos materiales, se tienen en cuenta sus propiedades mecánicas y su capacidad para influir en las características de los suelos arcillosos, lo que permite conocer en profundidad los beneficios y desventajas asociados a cada uno de ellos. En este estudio, los objetivos principales son caracterizar las propiedades físicas y



mecánicas de los materiales reciclados e investigar las formas en que estas propiedades influyen en el comportamiento del suelo. Como resultado de la utilización de estos materiales, el análisis se centra en la mejora de las cualidades del suelo, como la capacidad de carga, la compresibilidad y la estabilidad. Además, esta investigación investiga casos de estudio e implementaciones reales que demuestran la utilización exitosa de estos materiales con el fin de mejorar los suelos arcillosos. Tanto los beneficios que se obtuvieron como los desafíos que se encontraron a lo largo del proceso son aspectos destacados de esta discusión. Un componente importante de la investigación es determinar si es posible o no hacer uso de materiales reciclados en el entorno colombiano, teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como los económicos del asunto. Se tienen en cuenta estos factores: la disponibilidad de materiales reciclables, los precios asociados a esos materiales y los beneficios ambientales que se pueden derivar de la aplicación de esos materiales. Los resultados de esta investigación proporcionan una base importante para evaluar la viabilidad de utilizar estos conceptos en proyectos de ingeniería civil en Colombia. La investigación se llevó a cabo con el propósito de proporcionar orientación técnica sobre la selección de materiales reciclados aceptables, la metodología para su aplicación y la necesidad de realizar pruebas fundamentales para verificar las características y el comportamiento de los suelos tratados. Se hace especial hincapié en la necesidad de cumplir con las normas vigentes en materia de adopción de suelos mejorados y gestión de materiales reciclables. Además, el libro ofrece una sólida base teórica, así como propuestas prácticas para la aplicación de materiales reciclados en el campo de la ingeniería civil. En general, el libro presenta una investigación completa del uso de materiales reciclados para mejorar los suelos arcillosos. Esta investigación no solo mejora la comprensión académica del tema, sino que también ofrece soluciones que son prácticas y sostenibles para el crecimiento de los proyectos de construcción e ingeniería en Colombia. También fomenta una incorporación más amplia de enfoques respetuosos con el medio ambiente en el campo de la ingeniería civil.



(Garnica Silva & Durán Sánchez, 2023) su estudio "Eco-eficacia de la estabilización mecánica de la tapia pisada a partir de mallas de refuerzo de botellas PET" La construcción con tierra es un método vernáculo clásico que se ha utilizado históricamente como opción de vivienda en muchas comunidades del departamento de Santander. Esto se debe a que la construcción con tierra es un método vernáculo. La tapia pisada se ha convertido en una práctica cada vez más popular en el ámbito de la construcción con tierra, principalmente como resultado de su uso extensivo y su naturaleza duradera. Una parte importante de esto puede atribuirse a la abundancia de recursos locales, así como a la disponibilidad de personal competente en las inmediaciones. La tapia pisada, por otro lado, no ha experimentado una evolución significativa en términos de su resiliencia y durabilidad, a pesar de que tiene raíces históricas. Como consecuencia de esto, este método está siendo gradualmente relegado a un segundo plano por los métodos de construcción industrializados, que ofrecen garantías más sólidas de longevidad y utilidad. Para determinar si el método de tapia pisada es o no respetuoso con el medio ambiente, la investigación que se ha presentado pretende hacer uso de un sistema de refuerzo innovador. El propósito de este sistema de refuerzo es mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad a largo plazo de las estructuras de tierra utilizando mallas hechas de plástico PET reciclado. Estas mallas tienen aberturas de 5 y 10 centímetros. Para realizar un análisis de las propiedades mecánicas de los muros de tapia, se utilizan técnicas de laboratorio establecidas por las normas INVIAS, con el fin de evaluar el impacto de estos refuerzos. Todas estas pruebas permiten comparar la resistencia a la compresión de las muestras estabilizadas con la de las muestras generadas mediante los procedimientos convencionales. Para realizar la investigación, se construyeron tres muros de tapia por cada tipo de refuerzo, los cuales se construyeron de acuerdo con las normas de la AIS 610-EP-17. Con base en los hallazgos, se determinó que la incorporación de refuerzos planos bidireccionales no sólo mejora la capacidad portante de los muros, sino que también proporciona ductilidad al sistema. Al alterar la forma en que fallan los muros, este refuerzo produce una mejora en



la eficacia estructural de los muros y una prolongación de su vida útil. Además, para comprobar si el proceso de estabilización mediante refuerzos de PET es viable a largo plazo, se evaluó el retorno de agua que se produce como resultado de la utilización de mallas recicladas. Sobre la base de los hallazgos, se determinó que la inclusión de estos refuerzos tiene una influencia positiva en el impacto ambiental y el consumo de agua que se produce dentro del sector de la construcción. Se hizo especial hincapié en la reducción significativa del uso de agua, ya que más del noventa por ciento del agua necesaria para la producción de botellas de PET se recicla y se vuelve a incorporar al proceso de fabricación. El hecho de que las mallas de PET tengan el poder de mejorar las propiedades mecánicas del tapial, así como promover métodos de construcción ecológicos y sostenibles, se pone de manifiesto en este estudio. En pocas palabras, el estudio ilustra que es posible mejorar la tecnología del tapial mediante el empleo de refuerzos reciclados, al tiempo que destaca los beneficios ambientales que se asocian a esta mejora. Es posible dar una solución realista para revitalizar los procesos de construcción existentes y estimular la adopción de prácticas de construcción más respetuosas con el medio ambiente mediante la integración de avances técnicos con materiales que han sido reutilizados.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

(Castillo Ravelo & Saucedo Caldas, 2019) su tesis "Estabilización del suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores Alto, Chimbote – Ancash – 2019". El objetivo principal de este estudio es investigar la influencia que tiene el plástico PET reciclado sobre la estabilidad del suelo en el Asentamiento Humano Miraflores Alto, ubicado en Chimbote, Ancash, durante el año 2019. Debido a que las variables no se alteran directamente mediante el uso de modificación experimental, este estudio se clasifica como un estudio de investigación no experimental y correlacional. Por otro lado, la investigación investiga la relación entre la utilización de PET reciclado y la estabilidad del suelo en un escenario de asentamiento



del mundo real. Para llevar a cabo la investigación, la población que se seleccionó fue el Asentamiento Humano Miraflores Alto. La muestra para la investigación se conformó a partir de la investigación de nueve lugares de muestreo diferentes, a los que se les denominó pozos de prueba, y que se encontraban dispersos por la región de estudio. La implementación de esta normativa garantiza que los lugares de muestreo estén adecuadamente representados dentro de los límites del área de investigación. En el proyecto de estudio se utilizaron procedimientos estandarizados para llevar a cabo las diversas pruebas que se requerían para la caracterización del suelo. Una vez finalizados los estudios, fue posible evaluar con precisión las propiedades físicas y mecánicas del suelo tratado con PET reciclado. La utilización de PET reciclado tuvo un impacto positivo en la estabilidad del suelo, como lo indican los hallazgos de los experimentos de laboratorio realizados con materiales de mecánica de suelos. A raíz de los hallazgos del estudio, se determinó que la cantidad óptima de PET reciclado que se debe agregar al suelo es del tres por ciento. Los resultados de la prueba Proctor modificada y la prueba CBR mejoran significativamente como consecuencia de este porcentaje, lo que indica que la densidad y la capacidad de carga del suelo estabilizado han demostrado una mejora significativa. Al fin y al cabo, los hallazgos de la investigación demuestran que es factible estabilizar el suelo utilizando material PET reciclado, siempre que se considere la proporción de adición adecuada. Este hallazgo no solo proporciona una solución viable para mejorar las características del suelo en el asentamiento humano de Miraflores Alto, sino que también contribuye al desarrollo de prácticas de construcción responsables con el medio ambiente al facilitar la utilización de materiales reciclados. El uso de esta técnica tiene el potencial de producir una mejora significativa en la gestión del suelo en regiones comparables entre sí, lo que aportaría beneficios en términos de resiliencia del suelo así como de sostenibilidad ecológica del medio ambiente.

(Ramirez Silva, 2023) en su tesis "Estabilización del suelo con la ceniza de cascarilla de arroz y polietileno (PET) para pavimento". Uno de los retos más habituales



que se plantean en el campo de la Ingeniería Civil es la presencia de suelos que no están adecuadamente compactados o que no poseen la suficiente resistencia a la carga. Esto da lugar a importantes problemas de deterioro en las carreteras. Para encontrar una solución a este problema, se está investigando la introducción de tereftalato de polietileno (PET) y ceniza de cáscara de arroz (CPA) como estabilizadores orgánicos del suelo. Los objetivos del estudio que se llevó a cabo fueron evaluar el impacto de varias cantidades de CPA (CPA) y PET (Tereftalato de polietileno) en la mejora de las características mecánicas del suelo. La investigación se llevó a cabo utilizando una combinación de enfoques teóricos y experimentales. En el transcurso de la investigación, se probaron varias concentraciones de ceniza de cáscara de arroz (6%, 8%, 10% y 12%) y tereftalato de polietileno (2%, 4%, 6% y 8%), tanto de forma independiente como en combinación. El objetivo de estas pruebas es determinar la influencia que tienen estas adiciones en las propiedades mecánicas del suelo y, en última instancia, mejorar el funcionamiento del suelo. Con base en los hallazgos del experimento, parece que el suelo investigado puede clasificarse como arena arcillosa (CS). Los resultados de las pruebas fueron significativos en términos de las capacidades mecánicas que se demostraron. Los resultados de la prueba de compresión sin confinamiento mostraron que la temperatura de 650 grados Celsius fue la más beneficiosa para la ceniza de cáscara de arroz, lo que resultó en un valor de tensión máxima de 5,6 kilogramos por centímetro cuadrado. Se obtuvo una densidad seca máxima (M.D.S) de 1,982 g/cm³ mediante la prueba Proctor modificada, y se encontró que una humedad de compactación óptima (O.C.H) del 12,93% era el valor óptimo. Según los resultados de la prueba del índice de rodamiento de California (CBR), que se llevó a cabo en el suelo natural, el porcentaje fue del 11,7%. Con base en esta información, el suelo se considera de calidad excepcional. Durante el proceso de análisis de los efectos de la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, se descubrió que la integración de un 10% de CCA condujo a un aumento sustancial en el valor CBR, que finalmente alcanzó el 20,2%. El valor CBR aumentó al 13,1% debido a la adición del 2% al PET. Cuando se combinó la mezcla óptima de 10% de CCA y 2% de aditivos PET, el



valor CBR alcanzó su punto más alto, que fue del 21,7%. Finalmente, se estableció que tanto la ceniza de cascarilla de arroz como el tereftalato de polietileno fueron útiles para aumentar las cualidades mecánicas del suelo. Esto indica que el uso de estos aditivos podría ser un método viable para abordar las preocupaciones sobre el deterioro de las carreteras y mejorar la calidad del suelo en proyectos de ingeniería civil. El impacto sinérgico de estas adiciones reveló el mayor aumento en la capacidad de carga del suelo. Estos hallazgos resaltan la importancia de utilizar materiales reciclados y desechos industriales en el proceso de estabilización del suelo, lo que contribuye al desarrollo de prácticas de construcción que sean más respetuosas con el medio ambiente y más eficientes.

(Aquino Apestegui & Miranda Obregón, 2021) en su tesis "Estabilización de pista no pavimentada usando PET reciclado en el Asentamiento Humano Santa Rosa del Sur – Nuevo Chimbote – Ancash – 2021". La investigación realizada se clasifica como no experimental y correlacional, ya que su objetivo principal es monitorear y evaluar la relación entre la utilización de tereftalato de polietileno (PET) reciclado y la estabilidad del suelo sin cambiar directamente las variables. El asentamiento humano de Santa Rosa del Sur sirve como población de interés para los investigadores a investigar. Como parte del proyecto de estudio se analizó una muestra compuesta por doce pozos de prueba, que actuaron como lugares de muestreo. Es importante señalar que este método está de acuerdo con las normas que se han establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones, más notablemente la norma CE 010 "Pavimentos Urbanos". De acuerdo con la norma, se recomienda realizar un punto de investigación por cada 3.600 metros cuadrados de camino local. Esta regla garantiza que el análisis incluya una cantidad adecuada de participantes que sean representativos del lugar de investigación. En las pruebas que se llevaron a cabo, se utilizaron instrumentos estandarizados, lo que permitió una evaluación exacta de las características del suelo. Estos ensayos permiten determinar la distribución de las partículas del suelo en términos de tamaño, la cantidad



de humedad presente, los límites de Atterberg, la densidad y la capacidad de carga. Después de realizar investigaciones en el laboratorio de mecánica de suelos, los investigadores llegaron a la conclusión de que la cantidad óptima de PET reciclado para integrar en el suelo ordinario es del dos por ciento. Los resultados de las pruebas Proctor modificada y California Bearing Ratio (CBR) indican que la incorporación del 2% de PET al suelo tiene un efecto significativo y favorable en las características del suelo. La prueba Proctor modificada demostró que la incorporación de PET da como resultado una mejora en la compactación del suelo cuando el suelo está seco. Por otro lado, la prueba CBR sugirió que se mejoró la capacidad del suelo para soportar cargas después de la estabilización. Según los hallazgos, la estabilización del suelo con material de PET reciclado no solo es factible sino también ventajosa, siempre que se respete la proporción de adición adecuada. En resumen, los resultados de la investigación indican que el uso de PET reciclado como aditivo es un método eficaz para mejorar las propiedades mecánicas del suelo. La incorporación de un 2% de PET al suelo no solo mejora sus propiedades de compactación, sino que también aumenta la capacidad del suelo para soportar enormes cargas, lo que a su vez mejora la estabilidad y la longevidad de los proyectos de ingeniería civil. Este hallazgo pone de relieve la importancia de realizar investigaciones sobre enfoques que sean a la vez sostenibles y reciclables para mejorar la calidad del suelo, brindando apoyo a prácticas de construcción que sean a la vez más eficientes y menos dañinas para el medio ambiente.

(Vegas Mendoza, 2021) en su tesis "Estabilización de suelos adicionando polímero tipo PET triturado al 3%, 5% y 7% en la avenida Chiclayo, Lambayeque – 2021", En este estudio se investiga un procedimiento de estabilización de suelos que implica la adición de polímero tipo PET triturado en varias proporciones: tres por ciento, cinco por ciento y siete por ciento. El polímero se produce mediante el reciclaje de botellas de vidrio que contienen refresco y agua. Entre los años 2021 y 2022, la investigación se realizó en la Avenida Chiclayo, ubicada en Lambayeque. Con el fin de



mejorar la subrasante de un tramo de la avenida que se encuentra deteriorado como resultado de prácticas constructivas defectuosas, el propósito principal es analizar la influencia que estas modificaciones tendrán en las propiedades mecánicas y físicas del suelo. En el estudio realizado se utilizó un diseño preexperimental, el cual se llevó a cabo de acuerdo con el método científico. El estudio se incluye tanto en la categoría descriptiva como en la aplicada, y emplea una técnica cuantitativa que permite la evaluación de indicadores a través de valores numéricos. La población investigada abarca una distancia total de 5.800 kilómetros a lo largo de la Avenida Chiclayo, ubicada en el barrio José Leonardo Ortiz de Lambayeque. Debido a las malas condiciones que prevalecen en esta zona, se utilizó un procedimiento de muestreo que no utiliza el método de probabilidad. Desde la intersección con la Avenida Agricultura hasta la intersección con la Calle Steward, se eligieron lugares críticos a lo largo de la avenida. Estos sitios fueron elegidos porque son de gran importancia. Estas muestras se toman con la intención de determinar la capacidad de carga del suelo después de que se haya agregado PET triturado en las cantidades que se han especificado. Se llevaron a cabo un gran número de acciones para lograr el propósito de la investigación. En un principio, se realizaron estudios en la muestra de suelo que no había sido perturbada para establecer un punto de referencia. Un paso más adelante consistió en realizar una investigación de los componentes físicos y químicos del polímero PET triturado para obtener una mejor comprensión de sus características y las interacciones potenciales que puede tener con el suelo. Posteriormente, se realizaron estudios con combinaciones de suelo y PET triturado, aplicando pruebas de California Bearing Ratio (CBR) a máxima compactación (100%) y a una compactación considerablemente reducida (95%). Finalmente, se analizaron los resultados de estos experimentos. Las adiciones de PET se realizaron en concentraciones de tres por ciento, cinco por ciento y siete por ciento. El propósito de estos estudios fue estimar la capacidad de carga máxima del suelo bajo una variedad de diferentes concentraciones de PET. Como consecuencia de los hallazgos, se determinó que la integración de 5% de PET triturado condujo a la mejora más sustancial en el

porcentaje de capacidad de carga de la subrasante del suelo. Con base en los hallazgos de esta investigación, parece que la aplicación de 5% de PET logra una estabilización del suelo más efectiva en la Avenida Chiclayo. En conclusión, los hallazgos de la investigación indican que la incorporación de PET triturado en el proceso de estabilización del suelo tiene el potencial de mejorar significativamente la capacidad de carga de la subrasante. A su vez, esto ayuda en la rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial que se ha visto gravemente afectada por técnicas de construcción incorrectas. Esto se debe a que la infraestructura se ha visto afectada negativamente.

2.1.3 Antecedentes regionales.

(Capia Mamani, 2020) en su tesis "Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019". Como resultado de su alta resistencia a la degradación, los polímeros, y en particular el tereftalato de polietileno (PET), tienen un impacto significativo y negativo en la contaminación del medio ambiente. Debido a esta característica, existe una presencia persistente de basura hecha de plástico en el medio ambiente durante largos períodos de tiempo, lo que contribuye al empeoramiento del problema de la contaminación global. La presente investigación busca resolver este desafío al examinar la utilización de polímeros PET reciclados como aditivo con el fin de mejorar la estabilidad de suelos arcillosos, específicamente en la subrasante de la carretera que conecta Juliaca y Caminaca. Para llevar a cabo la investigación, se seleccionó un determinado tramo de la carretera, que se extendió desde el kilómetro 2+000 hasta el kilómetro 2+500. En esta zona, se realizaron dos pruebas de densidad de campo in situ (PDC), así como tres pozos de prueba que se excavaron a una profundidad de 1,50 metros. Las muestras obtenidas fueron sometidas a una serie de pruebas de laboratorio para evaluar sus características en estado natural, así como cuando se combinaron con polímeros PET reciclados en concentraciones de 1%, 3% y 5%. Con el fin de determinar la capacidad de carga del suelo con diferentes niveles de PET, se llevaron a cabo un



total de 36 pruebas de Índice de Carga de California (CBR). Los valores de CBR que se obtuvieron a partir de pruebas PDC in situ que se llevaron a cabo en dos sitios diferentes dentro del área de estudio fueron 5.31% y 5.34%. A la luz de los hallazgos, parece que el suelo natural tiene una capacidad relativamente pobre para soportar peso. Además, la investigación de los pozos de prueba reveló que el suelo de la subrasante puede dividirse en dos componentes distintos de acuerdo con las cualidades físicas y mecánicas que posee. Durante la primera fase de la investigación, se descubrió que el suelo en cuestión estaba clasificado como CL-ML, que significa arcilla limosa. El suelo tenía un índice de carga de California (CBR) de 5,41% mientras que estaba al 95% de su densidad seca máxima (D.M.S.). En la segunda sección se destacó un suelo que se clasificó como CL (arcilla) y tenía un nivel de humedad del 95%. El suelo tenía un índice de carga de California (CBR) de 5,78% después de ser probado. Para obtener una capacidad de carga adecuada, estos valores, que se derivan de los criterios establecidos por el MTC en 2013, implican que el suelo de la subrasante debe ser mejorado o reemplazado. Con base en los hallazgos, se puede concluir que la utilización de polímeros PET reciclados tiene un impacto positivo en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo. Con 5,41%, el valor CBR del suelo natural cumplió con los criterios. Aunque este fue el caso, el valor CBR aumentó a 6,19% con 95% D.M.S. después de la adición de 3% de PET reciclado. Teniendo en cuenta el incremento observado, se puede concluir que la incorporación de un 3% de PET reciclado resulta la proporción más beneficiosa para mejorar la capacidad portante de la subrasante a lo largo de la ruta Juliaca – Caminaca. Según los hallazgos de la investigación, la utilización de PET reciclado no solo contribuye a la solución del problema de los residuos plásticos, sino que también proporciona beneficios técnicos en términos de estabilidad del suelo. Esta estrategia es exitosa desde el punto de vista tanto de la industria de la construcción como del medio ambiente circundante.



(Flores Ortega & Zea Arias, 2021) en su tesis "Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021". Existen diversos enfoques que actualmente están siendo investigados por los investigadores con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del suelo, con un énfasis específico en el uso de aditivos y otros elementos que tienen un impacto. El uso de plástico reciclado, que se clasifica como residuo sólido, se investiga cada vez más por su posible aplicación en una variedad de campos tecnológicos. El tereftalato de polietileno, a menudo conocido como PET, es un componente plástico que se recicla regularmente. Contiene capacidades físicas y mecánicas flexibles que pueden utilizarse para mejorar las características del suelo y, al mismo tiempo, reducir la contaminación ambiental causada por el plástico en la ciudad de Juliaca. Como parte del proceso de empleo de PET reciclado como aditivo en la estabilización de suelos, se lleva a cabo una investigación comparativa entre una muestra de suelo natural, que se denomina grupo de control, y tres muestras experimentales que tienen adiciones de PET en proporciones de 1,5%, 3,5% y 5,5%. Se realizaron una serie de pruebas de laboratorio con el fin de recopilar información sobre los efectos que estas adiciones tuvieron sobre las características del suelo. Análisis de tamaño de partícula, medición de contenido de humedad, estudio de límites de Atterberg, prueba Proctor modificada y prueba de California Bearing Ratio (CBR) fueron algunos de los experimentos que se llevaron a cabo utilizando estos componentes. Con base en los hallazgos del estudio de tamaño de partícula, el suelo ha sido categorizado como CL, lo que indica que es una arcilla inorgánica de baja plasticidad. Esta clasificación se basa en el enfoque de clasificación SUCS. Además, de acuerdo con el método AASHTO, se clasifica como A-4, lo que indica que es un suelo limoso. Con base en estas categorías, se puede deducir que el suelo natural no es adecuado para su uso en la subrasante porque posee atributos físicos y mecánicos deficientes. En términos del nivel de humedad adecuado, se encontró que la mezcla que estaba compuesta por suelo natural (SN) en su totalidad tenía la capacidad de carga más baja. Por otro lado, la combinación de 98,5% SN y 1,5% PET mostró la



mejora más significativa. Con base en este descubrimiento, se puede concluir que la incorporación de PET reciclado en un porcentaje de 1.5% contribuye a la mejora más significativa de los atributos del suelo en comparación con otras proporciones de PET y con el suelo natural. De acuerdo con los hallazgos de la prueba CBR, la incorporación de 98.5% de SN y 1.5% de PET al suelo resultó en un aumento del 2.2% en la capacidad de carga del suelo en comparación con el suelo que estaba allí inicialmente. Este aumento sugiere que la incorporación de PET reciclado no solo mejora las propiedades mecánicas del suelo, sino que también ofrece una solución eficaz para el aprovechamiento de residuos plásticos, contribuyendo así a la reducción de la contaminación ambiental y al avance de prácticas sostenibles en el campo de la ingeniería civil.

(Quispe Masco, 2022) en su tesis "Estabilización de subrasante con fibra de mascarilla quirúrgica reciclada, en el camino vecinal Chimpa Jallapisi, Puno – 2022". En este trabajo se utiliza una metodología aplicada, un diseño cuasiexperimental, un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. Un tramo de la carretera local Chimpa Jallapisi de 3.200 kilómetros de longitud representa la población que se está estudiando. Se seleccionó una muestra representativa de tres pozos de prueba con el fin de llevar a cabo la investigación. Luego, se evaluaron estos pozos de prueba para determinar el impacto que tuvo la integración de fibra de mascarilla quirúrgica reciclada en las características del suelo. Para garantizar que los hallazgos antes mencionados sean precisos, las pruebas se llevaron a cabo de acuerdo con métodos establecidos y confiables. Los instrumentos que se utilizaron en las pruebas produjeron datos consistentes y confiables, lo que permitió realizar un análisis profundo de las características del suelo en una variedad de escenarios, incluida la integración de fibra reciclada. Con base en los hallazgos del análisis de laboratorio, se determinó que la utilización de 0,8% de fibra de mascarilla quirúrgica reciclada fue el enfoque más eficiente para mejorar los atributos del suelo. El análisis de los datos mostró que hubo una reducción significativa en el contenido óptimo de humedad (OCH), con valores que



cayeron de alrededor de -2,44% a -4,58%. La compactación del suelo mejora como resultado de esta influencia positiva en el contenido de humedad del suelo. Además, se observó un aumento en la densidad seca máxima (MSD), con valores que oscilaron entre 0,76% y 0,94%, lo que indica una mejora en la capacidad del suelo para ser compactado. Esto fue apoyado por el hecho de que los números aumentaron. En el 95% de la densidad seca máxima (MSD), el índice de carga de California (CBR) fue testigo de un aumento considerable, que oscila entre 21,21% y 70,67% más alto que antes (MSD). La capacidad de carga del suelo ha aumentado significativamente, lo que indica que sus cualidades mecánicas también han mejorado. Esta es una mejora que es esencial para la eficacia del suelo en aplicaciones relacionadas con la ingeniería civil. En general, los datos sugieren que la incorporación de fibra de mascarilla quirúrgica reciclada en el suelo produce buenos impactos en las propiedades mecánicas del suelo. Esta tecnología no sólo mejora las cualidades del suelo, sino que también ofrece efectos beneficiosos para el medio ambiente y la economía al proporcionar una alternativa más rentable y contribuir a la gestión de residuos de forma sostenible. La utilización de fibras recicladas como aditivo es una solución realista que combina avances científicos con beneficios ecológicos y económicos. Como resultado, es una opción viable para la estabilización de suelos en proyectos de infraestructura.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Suelo

El suelo es un componente fundamental del ecosistema terrestre, desempeñando un papel crucial en el sostenimiento de la vida vegetal y animal, así como en el ciclo de nutrientes y el equilibrio ambiental. El estudio del suelo abarca diversas disciplinas, incluyendo la geología, la química, la biología y la agronomía.

2.2.1.1 Definición y Formación del Suelo

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, fundamental para la vida en el planeta. Está compuesto por una mezcla compleja de partículas minerales, materiales orgánicos, agua, aire y seres vivos, formando un sistema dinámico y multifuncional. La formación del suelo es un proceso lento y continuo, resultado de la interacción de diversos factores a lo largo del tiempo.

El clima es uno de los factores más influyentes en la formación del suelo. La temperatura y la precipitación afectan directamente la velocidad de los procesos de meteorización y descomposición. En climas cálidos y húmedos, la descomposición de la materia orgánica es más rápida, mientras que en climas fríos este proceso es más lento. La precipitación también contribuye al lavado de nutrientes, un fenómeno conocido como lixiviación, que puede influir en la fertilidad del suelo.

Los organismos vivos, como plantas, animales y microorganismos, desempeñan un papel crucial en la formación del suelo. Las raíces de las plantas descomponen las rocas y estabilizan el suelo, mientras que los animales, como las lombrices y las hormigas, airean el suelo y mezclan sus componentes. Los microorganismos, por su parte, descomponen la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para las plantas, lo que enriquece la fertilidad del suelo.

El material parental, es decir, el tipo de roca o sedimento del que se forma el suelo, determina su composición mineral y textura. Por ejemplo, los suelos formados a partir de roca caliza suelen ser ricos en calcio, mientras que los suelos derivados de roca volcánica pueden ser más fértiles debido a su contenido en minerales esenciales. La naturaleza del material parental influye significativamente en las propiedades químicas y físicas del suelo.

La topografía, o el relieve del terreno, también juega un papel importante en la formación del suelo. En áreas con pendientes pronunciadas, la erosión puede ser intensa, reduciendo la acumulación de suelo. En contraste, en terrenos planos, la acumulación de materia orgánica y sedimentos es mayor, lo que favorece la formación de

suelos más profundos y fértiles. La orientación del terreno también afecta la exposición al sol y al agua, influyendo en la formación del suelo.

Finalmente, el tiempo es un factor esencial en la formación del suelo. El desarrollo de un perfil de suelo completo puede llevar miles de años. Durante este tiempo, los factores como el clima, los organismos, el material parental y la topografía interactúan de manera continua, contribuyendo al desarrollo de las características únicas del suelo en cada región. Cuanto más tiempo tiene el suelo para desarrollarse, más evolucionadas serán sus propiedades físicas y químicas.

El suelo es vital para la vida, ya que proporciona soporte para las plantas, almacena y filtra agua, y es un hábitat para una vasta cantidad de organismos. Además, actúa como un reservorio de carbono, jugando un papel clave en la regulación del clima global. La conservación del suelo es esencial para la sostenibilidad del medio ambiente y la agricultura, ya que su degradación puede llevar a la pérdida de productividad, erosión y disminución de la biodiversidad.

2.2.1.2 Propiedades del Suelo

Las propiedades del suelo se dividen en tres categorías principales: físicas, químicas y biológicas, cada una con un impacto crucial en la capacidad del suelo para soportar vida y determinar sus posibles usos. Estas propiedades interactúan de manera compleja, afectando la productividad agrícola, la gestión del agua y la sostenibilidad del ecosistema.

1. Propiedades Físicas

Las propiedades físicas del suelo incluyen textura, estructura y color, cada una desempeñando un papel importante en su funcionalidad.

Textura: La textura del suelo está determinada por la proporción de partículas de arena, limo y arcilla. Los suelos arenosos tienen partículas grandes, lo que permite un buen drenaje pero una baja capacidad de retención de agua y nutrientes. Los suelos arcillosos, por el contrario, tienen partículas muy pequeñas que retienen agua y nutrientes, pero pueden ser menos permeables y propensos a la compactación. Los



suelos limosos ofrecen un balance intermedio, proporcionando buena retención de agua y una textura suave.

Estructura: La estructura del suelo se refiere a la forma en que las partículas se agrupan en agregados. Una buena estructura mejora la porosidad, facilitando el movimiento de agua y aire, y contribuyendo a un mejor desarrollo de las raíces. Suelos con mala estructura pueden tener problemas de compactación, reduciendo la infiltración de agua y limitando el crecimiento de las plantas.

Color: El color del suelo es un indicador de su composición mineral y contenido de materia orgánica. Los suelos oscuros suelen ser ricos en materia orgánica, lo que mejora su capacidad para retener nutrientes y agua. Los suelos rojizos o amarillentos indican la presencia de óxidos de hierro, mientras que los suelos claros pueden estar compuestos predominantemente de cuarzo o carbonato de calcio.

2. Propiedades Químicas

Las propiedades químicas del suelo determinan su fertilidad y capacidad para sostener el crecimiento de las plantas.

pH: El pH del suelo mide su acidez o alcalinidad, influyendo directamente en la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Un pH neutro (alrededor de 7) es ideal para la mayoría de los cultivos, ya que en este rango la mayoría de los nutrientes están disponibles. Suelos demasiado ácidos o alcalinos pueden requerir enmiendas, como cal o azufre, para ajustar el pH y mejorar la productividad.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): La CIC es la capacidad del suelo para retener y liberar cationes como calcio, magnesio, potasio y sodio. Esta propiedad es crucial para la fertilidad del suelo, ya que determina la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas. Suelos con alta CIC son más fértiles porque pueden retener una mayor cantidad de cationes.

Contenido de Nutrientes: El suelo contiene nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, necesarios para el crecimiento vegetal. La cantidad y disponibilidad de



estos nutrientes dependen de la composición del suelo y de prácticas agrícolas, como la fertilización y el manejo del suelo.

3. Propiedades Biológicas

Las propiedades biológicas del suelo son fundamentales para su salud y fertilidad, ya que implican la actividad de organismos vivos y la presencia de materia orgánica.

Microorganismos del Suelo: Los microorganismos, como bacterias, hongos y actinomicetos, juegan un papel clave en la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. Estos organismos ayudan a liberar nutrientes de la materia orgánica y contribuyen a la formación de humus, mejorando la estructura del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes.

Materia Orgánica: La materia orgánica del suelo incluye restos de plantas y animales en diversos estados de descomposición. Esta materia mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad para retener agua y nutrientes. Además, la materia orgánica actúa como una fuente de nutrientes esenciales y mejora la actividad biológica del suelo, lo que a su vez contribuye a la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas y naturales.

2.2.1.3 Funciones del Suelo

El suelo desempeña múltiples funciones esenciales para el ecosistema y la sociedad:

- **Soporte para Plantas:** Proporciona anclaje, agua y nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.
- **Ciclo de Nutrientes:** Facilita la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes esenciales.
- **Regulación del Agua:** Filtra y almacena agua, regulando su disponibilidad y calidad.
- **Hábitat para Organismos:** Alberga una gran diversidad de organismos, contribuyendo a la biodiversidad.

2.2.1.4 Importancia del Suelo en la Agricultura

En el contexto agrícola, el suelo es un recurso vital para la producción de alimentos. La calidad del suelo afecta directamente el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de las prácticas agrícolas. La gestión adecuada del suelo, incluyendo la rotación de cultivos, el uso de abonos y la conservación de la estructura, es crucial para mantener su fertilidad a largo plazo.

2.2.1.5 Amenazas y Conservación del Suelo

El suelo enfrenta diversas amenazas, como la erosión, la contaminación y la degradación. Estas amenazas pueden resultar de prácticas agrícolas insostenibles, deforestación, urbanización y cambio climático. La conservación del suelo es esencial para garantizar su capacidad de soporte y sus funciones ecológicas. Estrategias de conservación incluyen:

- **Manejo de la Cobertura Vegetal:** Mantener la vegetación para proteger el suelo de la erosión.
- **Prácticas Agrícolas Sostenibles:** Implementar técnicas como la agricultura de conservación y la agroforestería.
- **Control de la Contaminación:** Regular el uso de pesticidas y fertilizantes para evitar la contaminación del suelo.

2.2.2 Estabilización de suelos

Es una técnica de ingeniería que mejora los atributos físicos y químicas del suelo para incrementar su capacidad portante y durabilidad. Esta práctica es fundamental en proyectos de construcción y obras civiles, donde la calidad del suelo afecta directamente la estabilidad y seguridad de las estructuras.

2.2.2.1 Fundamentos de la Estabilización de Suelos

El aumento de la resistencia a la compresión, la durabilidad y la capacidad de carga del suelo forman parte de la estabilización del suelo. Para llevar a cabo este

proceso, se utilizan productos químicos estabilizadores que modifican la composición y la estructura del suelo.

1. Propiedades del Suelo a Mejorar

- **Fuerza Compresiva:** soportar cargas sin deformarse.
- **Plasticidad:** Reducción de la capacidad del suelo para deformarse bajo carga.
- **Permeabilidad:** Ajuste de la capacidad del suelo para permitir el paso del agua, mejorando el drenaje.
- **Densidad y Compacidad:** Incremento de la densidad del suelo para reducir la asentabilidad y mejorar la estabilidad.

2.2.2.2 Métodos de Estabilización de Suelos

Existen varios métodos para estabilizar suelos, los cuales pueden clasificarse en mecánicos y químicos.

1. Métodos Mecánicos

- **Compactación:** Uso de maquinaria para aumentar peso suelo mediante la resta de los vacíos entre las partículas. Este método es eficaz para suelos granulares.
- **Refuerzo con Geotextiles:** Utilización de materiales sintéticos como geotextiles y geomallas para mejorar la resistencia y estabilidad del suelo.

2. Métodos Químicos

- **Cementación:** Adición de cemento al suelo para aumentar su resistencia a la compresión y reducir su plasticidad.
- **Estabilización con Cal:** Uso de cal para reducir la plasticidad y mejorar la trabajabilidad del suelo, especialmente en suelos arcillosos.
- **Uso de Polímeros y Resinas:** Aplicación de polímeros sintéticos que mejoran los atributos mecánicas y químicas del suelo.
- **Estabilización con Enzimas:** Introducción de enzimas que promueven reacciones químicas naturales, mejorando la cohesión y resistencia del suelo.

2.2.2.3 Aplicaciones de la Estabilización de Suelos

La estabilización de suelos se aplica en diversas áreas de la ingeniería civil.

- **Construcción de vías:** Mejora la qm de la subrasante y subbase, aumentando la durabilidad del pavimento.
- **Edificación de Estructuras:** Incrementa la estabilidad del terreno en proyectos de cimentación y construcción de edificios.
- **Control de Erosión:** Refuerza taludes y bermas, reduciendo el riesgo de deslizamientos y erosión hídrica.
- **Infraestructuras Aeroportuarias:** Mejora la resistencia y durabilidad de las pistas y plataformas.

2.2.2.4 Beneficios de la Estabilización de Suelos

La estabilización de suelos ofrece múltiples beneficios, que incluyen:

- **Mejora de la CBR:** Incremento de resistencia y estabilidad del suelo bajo cargas estructurales.
- **Reducción de Asentamientos:** Minimización de la compactación y deformación del suelo a largo plazo.
- **Aumento de la Durabilidad:** Prolongación de la vida útil de las estructuras construidas sobre suelos estabilizados.
- **Eficiencia Económica:** Reducción de costos a largo plazo mediante la disminución de la necesidad de mantenimiento y reparación.

2.2.2.5 Consideraciones en Estabilización de Suelos

A pesar de sus beneficios, la estabilización de suelos presenta desafíos que deben ser considerados:

- **Condiciones Ambientales:** Factores como la humedad, temperatura y tipo de suelo pueden afectar la eficacia de los métodos de estabilización.



- **Costos Iniciales:** Los costos iniciales de los materiales y la implementación pueden ser altos, aunque se compensan con beneficios a largo plazo.
- **Impacto Ambiental:** La adición de ciertos estabilizantes puede tener efectos ambientales, por lo que es esencial evaluar y mitigar cualquier impacto negativo.

2.2.3 Subrasante

La construcción de carreteras y otras infraestructuras de transporte depende en gran medida de la subrasante, que es la base sobre la que se vierten las capas superiores del pavimento. La duración del pavimento y su rendimiento dependen tanto de su calidad como de sus propiedades.

2.2.3.1 Definición de Subrasante

Esta capa se encuentra directamente bajo la subbase y la base de una carretera y desempeña un papel fundamental en la distribución de las cargas vehiculares hacia las capas inferiores del suelo.

2.2.3.2 Propiedades de la Subrasante

Determinan su capacidad para soportar y distribuir las cargas, así como su susceptibilidad a los cambios ambientales. Las principales propiedades incluyen:

1. Capacidad Portante

- **Fuerza compresiva:** Capacidad del suelo de la subrasante para soportar cargas sin sufrir deformaciones excesivas.
- **Módulo de Resiliencia (MR):** Parámetro que mide la elasticidad del suelo bajo cargas repetidas, esencial para el diseño de pavimentos flexibles (Huang, 1993).

2. Estabilidad

- **Plasticidad:** La cantidad de deformación que puede experimentar el suelo sin romperse. Suelos con alta plasticidad pueden ser problemáticos debido a su tendencia a deformarse bajo carga.

- Compactación: Nivel de densidad del suelo después de ser compactado, lo que influye en su capacidad portante y estabilidad.

3. Permeabilidad y Drenaje

- Permeabilidad: Capacidad del suelo para permitir el paso del agua.
- Drenaje: Sistema de eliminación del agua de la subrasante para mantener su integridad estructural.

Tabla 2

Parámetros de la Subrasante

Condición de subrasante	Valore de CBR
Inadecuada	CBR < 3%
Insuficiente	6% > CBR ≥ 3%
Regular	10 > CBR ≥ 6%
Buena	20% > CBR ≥ 10%
Muy buena	30% > CBR ≥ 20%
Excelente	CBR ≥ 30%

Nota. índice de CBR según las condiciones de subrasante. MTC, (2014).

2.2.3.3 Métodos de Evaluación de la Subrasante

Para asegurar que la subrasante cumpla con los requisitos necesarios, se utilizan varios métodos de evaluación:

1. Pruebas de Campo

- Prueba de Penetración Estándar (SPT): Evalúa el esfuerzo del suelo in situ en la medición del número de golpes necesarios para penetrar una muestra de suelo.
- Prueba de Cono Dinámico de Penetración (DCP): Determina la fuerza del suelo a la penetración de un cono estándar, proporcionando un perfil de resistencia de la subrasante.

2. Pruebas de Laboratorio

- Ensayo Proctor: Determina la DM y el OHC para la compactación del suelo.
- Análisis Granulométrico: Evalúa la distribución de tamaños de partículas del suelo, lo cual influye en su capacidad de compactación y permeabilidad.

2.2.3.4 Métodos de Mejoramiento de la Subrasante

Cuando las condiciones naturales de la subrasante no son adecuadas, se pueden emplear diversos métodos para mejorar sus propiedades:

1. Estabilización Mecánica

- Compactación: Uso de rodillos y otros equipos para aumentar la densidad del suelo y mejorar su capacidad portante.
- Geotextiles y Geomallas: Materiales sintéticos que refuerzan la subrasante y mejoran su estabilidad y drenaje.

2. Estabilización Química

- Cementación: Adición de cemento para aumentar la resistencia y rigidez del suelo.
- Uso de Cal: Mejora la trabajabilidad y reduce la plasticidad de suelos arcillosos.
- Polímeros y Enzimas: Mejoran los atributos mecánicas y químicas del suelo.

2.2.3.5 Importancia de la Subrasante en la Ingeniería Civil

- Distribución de Cargas: Una subrasante adecuada distribuye las cargas de manera uniforme, reduciendo el riesgo de deformaciones y fallos estructurales.
- Durabilidad del Pavimento: Mejora la vida útil del pavimento al proporcionar una base estable y resistente.
- Eficiencia de Costos: Una subrasante bien preparada puede reducir los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo.

2.2.4 Residuos plásticos

Los residuos plásticos son desechos generados por el descarte de productos y materiales hechos de polímeros sintéticos, que no son biodegradables y persisten en el medio ambiente durante largos periodos. Estos residuos pueden clasificarse en función de su origen, composición y degradabilidad.

Clasificación de Residuos Plásticos:



- **Plásticos Termoplásticos:** Incluyen polímeros como el polietileno (PE), polipropileno (PP), y policloruro de vinilo (PVC), que pueden fundirse y remodelarse múltiples veces.
- **Plásticos Termoestables:** Como la baquelita y el poliuretano, que no pueden fundirse una vez moldeados.
- **Microplásticos:** Pequeñas partículas plásticas (<5 mm) que resultan de la degradación de productos plásticos mayores o se producen intencionalmente para productos específicos (Thompson et al., 2009).

2.2.4.1 Fuentes de Residuos Plásticos

Los residuos plásticos provienen de diversas fuentes, incluyendo actividades industriales, comerciales, domésticas y agrícolas.

1. Fuentes Domésticas

- **Embalajes y Envases:** Incluyen bolsas de plástico, botellas, y envoltorios.
- **Productos de Uso Diario:** Como utensilios de cocina, juguetes y productos de higiene personal.

2. Fuentes Industriales

- **Desperdicios de Producción:** Residuos generados durante el proceso de fabricación de productos plásticos.
- **Residuos de Construcción:** Materiales plásticos utilizados en la construcción que se desechan al finalizar las obras.

3. Fuentes Marinas

- **Pesca y Acuicultura:** Redes y equipos plásticos abandonados.
- **Turismo y Recreación:** Desechos plásticos dejados por turistas y actividades recreativas costeras (Jambeck et al., 2015).

2.2.4.2 Impactos de los Residuos Plásticos

La acumulación de residuos plásticos tiene múltiples impactos negativos en el medio ambiente, la fauna, y la salud humana.



1. Impacto Ambiental

- Contaminación de Suelos y Aguas: Los residuos plásticos contaminan suelos y cuerpos de agua, afectando su calidad y la biodiversidad.
- Alteración de Ecosistemas: La presencia de plásticos puede alterar los hábitats naturales y poner en riesgo especies nativas.

2. Impacto en la Fauna

- Ingestión y Enredo: Los animales pueden ingerir plásticos o quedar atrapados en ellos, lo que puede causar lesiones, muerte o alteraciones en su comportamiento (Derraik, 2002).

3. Impacto en la Salud Humana

- Microplásticos: Los microplásticos pueden entrar en la cadena alimentaria, con posibles efectos tóxicos en la salud humana debido a la ingestión de productos marinos contaminados (Galloway et al., 2017).

2.2.4.3 Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos

La gestión adecuada de los residuos plásticos es esencial para mitigar sus impactos negativos. Las estrategias incluyen la reducción, reutilización, reciclaje y políticas de manejo de residuos.

1. Reducción

- Disminución del Uso de Plásticos: Promoción de materiales alternativos y productos reutilizables.
- Diseño Sostenible: Desarrollo de productos con menor contenido de plástico y mayor vida útil.

2. Reutilización

- Reutilización de Envases: Incentivar la reutilización de bolsas, botellas y otros envases plásticos.
- Segunda Vida de Productos: Fomentar la reutilización de productos plásticos en nuevos contextos.

3. Reciclaje

- Reciclaje Mecánico: Proceso de recolectar, clasificar y procesar plásticos para producir nuevos materiales.
- Reciclaje Químico: Descomposición de plásticos en sus monómeros originales para reutilizarlos en la producción de nuevos polímeros (Hopewell et al., 2009).

4. Políticas de Manejo de Residuos

- Regulaciones y Legislación: Implementación de políticas y leyes que promuevan la gestión adecuada de residuos plásticos y prohíban ciertos productos plásticos de un solo uso.
- Educación y Concienciación: Programas educativos que sensibilicen a la población sobre la importancia de reducir y gestionar adecuadamente los residuos plásticos.

2.2.4.4 Plástico reciclado para estabilizar la subrasante

El uso para estabilizar la subrasante en proyectos de construcción de carreteras y otras infraestructuras es una práctica innovadora y sostenible.

Proceso y Ventajas

1. Recolección y Procesamiento del Plástico:

- Los plásticos reciclados, como botellas de PET, bolsas de plástico y otros desechos plásticos, se recolectan y clasifican.
- Estos plásticos se limpian y se trituran en partículas más pequeñas.

2. Mezcla con el Suelo:

- Las partículas de plástico triturado se mezclan con el suelo natural. La proporción de plástico en la mezcla puede variar dependiendo de las propiedades deseadas y del tipo de proyecto.
- Esta mezcla puede ser utilizada directamente en la construcción o después de ser tratada con aditivos estabilizantes adicionales.

3. Estabilización de la Subrasante:



- La subrasante, que es la capa de suelo sobre la que se construye la carretera, se estabiliza mediante la mezcla de suelo-plástico.
- El plástico ayuda la cohesión del suelo y soporte carga, reduciendo el riesgo de asentamientos y deformaciones.

Beneficios del Uso de Plástico Reciclado

1. Sostenibilidad Ambiental:

- Reduce la cantidad de residuos plásticos en vertederos y océanos.
- Disminuye la necesidad de materiales vírgenes, conservando recursos naturales.

2. Mejora de atributos del Suelo:

- Aumenta la resistencia al desgaste y la durabilidad de la subrasante.
- Mejora la resistencia a la humedad y a las variaciones climáticas.

3. Eficiencia Económica:

- Puede reducir los costos de construcción al utilizar materiales reciclados en lugar de materiales tradicionales más costosos.
- Prolonga la vida útil de las infraestructuras, reduciendo la necesidad de reparaciones frecuentes.

Consideraciones Técnicas

- Es crucial realizar estudios y pruebas de laboratorio para determinar la proporción óptima de plástico reciclado en la mezcla de suelo.
- La selección del tipo de plástico y su procesamiento adecuado son fundamentales para garantizar las propiedades deseadas de la subrasante.
- Deben tenerse en cuenta las normativas y estándares locales de construcción al implementar esta técnica.

2.2.5 Mascarilla quirúrgica

Una mascarilla quirúrgica es una mascarilla desechable de tres capas que se utiliza comúnmente en entornos médicos y quirúrgicos para proteger contra la propagación de infecciones.

Componentes:

- **Capa Externa:** La capa más externa es una barrera repelente a los fluidos, diseñada para proteger contra salpicaduras y gotas grandes.
- **Capa Media:** La capa intermedia actúa como un filtro que atrapa partículas pequeñas y microorganismos.
- **Capa Interna:** La capa más interna está hecha de un material suave que absorbe la humedad y proporciona comodidad al usuario.

Características:

- **Eficiencia de Filtración:** Alta capacidad para filtrar partículas de tamaño superior a 0.3 micrones.
- **Transpirabilidad:** Material transpirable que permite el paso del aire para facilitar la respiración.
- **Ajuste:** Tiras elásticas o bandas para las orejas que aseguran un ajuste firme y cómodo alrededor de la cara.
- **Uso Único:** Diseñada para un solo uso y debe desecharse adecuadamente después de su uso.

Usos Comunes:

- **Entornos Médicos:** Utilizada por profesionales de la salud durante procedimientos quirúrgicos y en otros entornos clínicos.
- **Protección General:** Adecuada para protegerse en lugares concurridos o en situaciones donde el riesgo de contagio es alto, como durante brotes de enfermedades infecciosas.

Importancia: Las mascarillas quirúrgicas son esenciales para prevenir la propagación de infecciones en entornos médicos y comunitarios, protegiendo tanto al usuario como a las personas cercanas de la exposición a agentes patógenos en el aire.

2.2.5.1 Mascarilla quirúrgica para estabilizar subrasante

Utilizar mascarillas quirúrgicas recicladas para estabilizar la subrasante es una idea innovadora y sostenible, que aprovecha un residuo abundante y difícil de manejar.

Proceso de Uso de Mascarillas Quirúrgicas Recicladas

Recolección y Desinfección:

- Se recolectan mascarillas quirúrgicas usadas en puntos de reciclaje específicos.
- Las mascarillas se desinfectan rigurosamente para eliminar cualquier patógeno y residuos biológicos.

Trituración y Procesamiento:

- Las mascarillas desinfectadas se trituran en partículas pequeñas, adecuadas para mezclarse con el suelo.
- Este proceso puede incluir la eliminación de partes no adecuadas, como los alambres nasales y los elásticos.

Mezcla con Suelo:

- Las partículas de mascarillas trituradas se mezclan con el suelo natural en proporciones determinadas por estudios de laboratorio.
- La mezcla puede ser tratada adicionalmente con estabilizadores químicos para mejorar la cohesión y durabilidad.

Aplicación en la Subrasante:

- La mezcla de suelo y mascarillas recicladas se aplica a la subrasante durante la fase de preparación del terreno.
- Se compacta adecuadamente para formar una base sólida y estable para la construcción de la carretera u otras infraestructuras.

Beneficios del Uso de Mascarillas Quirúrgicas Recicladas

Sostenibilidad Ambiental:

- Se reduce la cantidad de mascarillas desechadas en vertederos y el medio ambiente.
- Contribuye a la economía circular al reutilizar un residuo común durante la pandemia.

Mejora de cualidades del Suelo:

- Las fibras de las mascarillas pueden mejorar la cohesión del suelo y su capacidad de carga.
- Aumenta la resistencia del suelo a la erosión y a las condiciones climáticas adversas.

Eficiencia Económica:

- El uso de mascarillas recicladas puede reducir costos comparado con el uso de materiales vírgenes.
- Prolonga la vida útil de las infraestructuras, disminuyendo la frecuencia de mantenimiento y reparaciones.

Consideraciones Técnicas

Evaluación de la Calidad del Material:

- Es esencial realizar pruebas de laboratorio para asegurar que las mascarillas trituradas no afecten negativamente las propiedades del suelo.

Regulación y Normativas:

- Asegurarse de que el uso de mascarillas recicladas cumpla con las regulaciones locales de construcción y medioambientales.

Viabilidad Técnica:

- La porción óptima de mascarillas en la mezcla de suelo debe ser determinada para balancear estabilidad y sostenibilidad.

Implementar este enfoque puede no solo resolver problemas ambientales relacionados con el desecho de mascarillas quirúrgicas, sino también contribuir a la creación de infraestructuras más duraderas y sostenibles.



2.3 Marco conceptual

2.3.1 CBR

Para realizar la prueba CBR, se introduce un pistón convencional en la tierra a una profundidad y velocidad específicas. Esta configuración permite comparar las fuerzas de impulsión necesarias para incrustar el pistón en el suelo con las necesarias para incrustarlo en un suelo más convencional, normalmente una mezcla compactada de guijarros y arena, en circunstancias de prueba idénticas. Utilizamos la forma porcentual del Índice de capacidad de carga de California para ponerle un número a esta disparidad.

2.3.2 Granulometría

La granulometría es el estudio de la distribución de tamaños de las partículas en materiales como suelos o agregados. Determina características importantes como la compactación y permeabilidad. Se realiza comúnmente mediante tamizado o sedimentación.

2.3.3 Índice de plasticidad

La plasticidad del suelo se puede describir mediante el índice de plasticidad, que tiene aplicación en geotecnia e ingeniería civil. Para calcularlo se utilizan los resultados de dos pruebas de uso común, el límite líquido y el límite plástico.

2.3.4 Mascarilla quirúrgica

Las mascarillas desechables que cubren la boca y la nariz se denominan mascarillas quirúrgicas. Su finalidad es proteger al usuario de fluidos corporales potencialmente contagiosos y otros derrames que pueden producirse durante procedimientos médicos y quirúrgicos.



2.3.5 Plástico reciclado

El plástico reciclado se refiere a los productos plásticos que han sido recolectados, procesados y reformados a partir de desechos plásticos, dándoles una nueva vida y reduciendo la necesidad de producir plástico nuevo a partir de recursos vírgenes.

2.3.6 Proctor modificado

El uso de un molde cilíndrico para compactar gradualmente una muestra de suelo mientras se deja caer un apisonador estándar desde una altura predeterminada entre cada capa es una versión modificada de la prueba de Proctor. Se controlan diferentes estratos del nivel de humedad de la tierra mientras se comprime.

2.3.7 Suelo

Es fundamental para el crecimiento de las plantas y diversos procesos ecológicos. Su formación y características varían según factores climáticos, biológicos y geológicos.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

Hernández (2018) define el "diseño" como una fase continua que implica un seguimiento minucioso de los métodos y técnicas utilizados en el proceso de desarrollo de la investigación para lograr los resultados previstos. Para lograr los objetivos, se llevará a cabo una secuencia de experimentos de laboratorio. El proyecto de estudio utiliza una metodología cuantitativa que depende de la naturaleza de los datos que se evalúan.

3.2 Método de la Investigación

Para examinar la investigación científica, verificar teorías y evaluar a los equipos de investigación, los investigadores emplean una variedad de metodologías de investigación (Balcells, 2018). Para llevar a cabo la investigación se empleará el método científico, un enfoque sistemático de recopilación de datos que suele emplearse en la comunidad científica. Existe un procedimiento establecido que debe seguirse para llegar a un resultado final.



3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la Investigación

La conformidad de la investigación académica con el tema de estudio y sus materiales se define por Guevara et al. (2020) como el nivel de estudio. El objetivo de este ejercicio es generar ideas, probarlas y luego compararlas y contrastarlas con otras teorías. Debido a que pretende investigar las conexiones entre sus variables, el estudio propuesto operará a un nivel explicativo. A través del uso de un estímulo para producir cambios en grupos de control, la investigación pretende establecer una relación causal.

3.3.2 Tipo de la investigación

Yuni y Urbano (2021) utilizan el término "investigación aplicada" para describir los estudios que profundizan en un tema sin pensar primero en cómo se pueden poner en práctica esos hallazgos. No obstante, son conscientes de que su estudio y sus descubrimientos pueden conducir a avances y productos científicos. Para recopilar los datos necesarios, el estudio planificado seguiría una metodología de investigación aplicada que utiliza una serie de técnicas, procedimientos y procesos.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Según Pino (2018) La población, en general, es ampliamente reconocida como el conjunto de elementos que constituyen el foco de la investigación. Además, es fundamental reconocer que cada elemento de la muestra se considera una entidad, que por lo general no representa a personas reales, sino que potencialmente incluye otras entidades como familias, corporaciones o ciertos períodos históricos. Página 449. La población residente en el área de Puno se concentra principalmente a lo largo de la ruta Achaya - Arapa.

3.4.2 Muestra

Según Pino (2018) Asegura que la muestra represente con precisión a las poblaciones examinadas, incluyendo cualidades y características que sean representativas de la población en general. Página 450. La subrasante de la carretera Achaya – Arapa en la región Puno se utilizará como muestra para probar la aplicación de basura plástica reciclada y mascarillas quirúrgicas recicladas en diferentes proporciones.

Tabla 3

Muestras

Descripción	IP	GC	CBR
SN	2	2	2
SN + 2% PR.	2	2	2
SN + 4% RR.	2	2	2
SN + 0.5% MQR.	2	2	2
SN + 1.0% MQR.	2	2	2

3.4.3 Técnicas e Instrumentos

3.4.3.1 Técnicas

La recolección de datos en una investigación puede llevarse a cabo mediante una diversidad de técnicas e instrumentos que permiten una aproximación rigurosa al objeto de estudio. Según Carrasco (2018), las técnicas más comunes incluyen, entre otras, la observación, las escalas de medición, las encuestas, los cuestionarios y las entrevistas. En esta investigación se han empleado técnicas específicas que se alinean con los objetivos planteados, asegurando una adecuada captura y análisis de la información recolectada. Las técnicas utilizadas son las siguientes:

Observación: Con el propósito de identificar las propiedades del suelo de subrasante en el área de estudio, se implementó una metodología de observación estructurada. Este enfoque incluyó la recolección sistemática de datos cuantitativos y cualitativos a través de la medición de variables clave en campo. La observación se llevó a cabo bajo criterios estandarizados que permiten evaluar las características del suelo, como su estabilidad, consistencia y capacidad de carga.



Técnica de Procesamiento y Análisis de Información: Los datos obtenidos fueron sometidos a un riguroso proceso de análisis mediante técnicas de síntesis, que incluyeron tanto la interpretación de estudios realizados in situ como los resultados derivados de pruebas en laboratorio. Esta técnica involucró la organización, clasificación y cuantificación de la información, facilitando así una interpretación coherente y alineada con los objetivos de la investigación.

Análisis e Interpretación de Resultados: Este proceso se centró en el tratamiento analítico de los datos obtenidos, permitiendo extraer conclusiones válidas a partir de la información recolectada. Se emplearon herramientas estadísticas y procedimientos de inferencia que sustentaron la validez de las conclusiones, garantizando una interpretación adecuada de los fenómenos observados.

3.4.3.2 Instrumentos

La selección y el uso de instrumentos precisos son fundamentales en cualquier investigación científica. Según Sánchez et al. (2021), los instrumentos permiten estandarizar los procesos de recolección de datos, asegurando la obtención de información pertinente y confiable. En esta investigación, se han utilizado instrumentos diseñados específicamente para capturar datos relevantes al estudio del suelo de subrasante y su análisis posterior. Los principales instrumentos empleados incluyen:

Fichas de Control de Muestreo: Documentos que registran la procedencia, características y condiciones en las que se obtuvieron las muestras de suelo. Estas fichas incluyen detalles como la ubicación geográfica, condiciones climáticas y otros factores que puedan influir en los resultados.

Formatos de Análisis de Datos de Laboratorio: Instrumentos estandarizados para documentar los resultados de las pruebas realizadas en laboratorio, tales como ensayos de resistencia, humedad y granulometría. Estos formatos aseguran la trazabilidad y comparabilidad de los datos.



Certificados de Control de Calidad de Laboratorio: Documentos emitidos para garantizar que las pruebas realizadas cumplen con los estándares de calidad exigidos por las normativas vigentes. Estos certificados validan la precisión y exactitud de los resultados obtenidos.

Software de Análisis de Datos: Herramientas digitales especializadas en la gestión y análisis estadístico de la información recopilada. Se emplearon programas como SPSS y MATLAB para realizar cálculos avanzados y análisis multivariado de los datos obtenidos.

Fichas de Interpretación de Resultados: Instrumentos que facilitan la representación gráfica y tabular de los datos procesados, permitiendo una interpretación clara y concisa de los resultados. Estas fichas incluyen gráficos, tablas y resúmenes que sintetizan la información clave.

Guías y Fichas Estadísticas para la Contrastación de Hipótesis: Instrumentos utilizados para estructurar y documentar el proceso de verificación de hipótesis, asegurando que las conclusiones derivadas sean estadísticamente significativas y respaldadas por evidencia empírica.

3.5 Plan de recolección y procesamiento de datos

En relación con este tema en particular, ponemos a su disposición la secuencia que se detalla a continuación. Para lograr los objetivos planteados, se realizó esta investigación siguiendo este procedimiento en particular.

3.5.1 Desarrollo del plan de investigación

ETAPA I: EXPLORACIÓN DE REFERENCIAS

El proceso se inicia con la investigación de datos asociados al tema de investigación, lo que incluye el examen de tesis, artículos de revistas, libros y normativas pertinentes que serán necesarias.

ETAPA II: UBICACIÓN Y MATERIALES

En la zona de Puno se realizaron dos pozos de prueba en sitios separados a lo largo de la carretera Achaya – Arapa. Ambos pozos fueron de tamaño variado.

Figura 1

Ubicación de la vía



La figura muestra la vía donde se tomó para la experimentación, para la estabilización de suelo de subrasante, de la carretera Achaya – Arapa, de la región Puno.

Tabla 4

Cantidad de muestras

DESCRIP.	Tramo
1	0+000 – 0+200
2	0+300 – 0+600

Para poder observar bien el subsuelo a lo largo de la ruta en estudio, cavamos pozos de prueba en ciertos puntos.

Figura 2

Residuos de plásticos reciclados



La imagen ilustra claramente el proceso de recolección de plásticos reciclados en su forma fragmentada antes de ser reutilizados o procesados para nuevos productos.

Figura 3

Mascarilla quirúrgica reciclada.



La imagen ilustra el proceso de manejo y reciclaje de mascarillas quirúrgicas usadas.

Procedimiento de muestreo: Todas las muestras se colocaron en bolsas selladas para mantener su contenido de humedad natural mientras seleccionábamos una muestra representativa. Esto se hizo para garantizar que las muestras fueran seguras.

ETAPA III: ENSAYOS DE LABORATORIO

1. % Humedad

Procedimiento:

1. Selección de una muestra representativa.
2. Pesaje inicial de la muestra húmeda.
3. Secado de la muestra en estufa a una temperatura de 110 ± 5 °C.
4. Enfriamiento de la muestra hasta temperatura ambiente.
5. Pesaje final de la muestra desecada.

Cálculo:

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

2. Ensayo de Límites de Consistencia

Objetivo: Determinar los límites líquido (LL) y plástico (LP) del material, así como el índice plástico (IP), conforme a las normas ASTM D4318, MTC E 111 y MTC E 110.

Procedimiento para Límites Plásticos (LP):

1. Modelado de la muestra en forma cilíndrica y laminado manual hasta alcanzar un diámetro de 3.2 mm sin que ocurra colapso.
2. Repetición del procedimiento hasta observar el colapso del cilindro.
3. Pesaje de la muestra fragmentada tras secado en estufa.

Cálculo:

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

Procedimiento para Límites Líquidos (LL):

1. Adición de líquido destilado a la muestra hasta alcanzar una consistencia adecuada.
2. Compresión y nivelación de la muestra en la copa de bronce.
3. Aplicación de golpes con la ranuradora hasta que se cierre la ranura a lo largo de 13 mm.
4. Pesaje y secado de la muestra, seguido de cálculo del contenido de humedad.

Cálculo:

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

Índice Plástico (IP): Se obtiene restando el LP del LL:

$$IP = LL - LP$$

3. Ensayo de Análisis Granulométrico

Procedimiento:

1. Pesaje de la muestra inicial.
2. Colocación de la muestra en la parte superior de un conjunto de tamices.
3. Realización del tamizado manual y medición del material retenido en cada tamiz.

Cálculo: Se calculan los porcentajes de material retenido, acumulado y pasado en cada tamiz mediante operaciones matemáticas básicas.

4. Ensayo de Proctor Modificado

Procedimiento:

1. Selección y tamizado de una muestra seca representativa.
2. Adición de agua a la muestra y división en cinco capas.
3. Compactación de cada capa en el molde Proctor aplicando 56 golpes desde una altura de 0.45 m.
4. Pesaje de la muestra compactada y obtención de muestras representativas para determinar % de humedad.

5. Ensayo CBR

Procedimiento:

1. Selección y tamizado de una muestra seca representativa.
2. Compactación de la muestra en un molde CBR, ajustando el contenido de agua para alcanzar la humedad óptima.
3. Medición del hinchamiento de la muestra tras un período de saturación de 96 horas.
4. Realización de pruebas de penetración a velocidades controladas y documentación de las lecturas de carga.



Cálculo: Las lecturas obtenidas en las penetraciones de 0.1" y 0.2" se utilizan para calcular el CBR.

3.5.2 *Procesamiento de datos*

La presentación de los datos se realizará mediante el uso de tablas, y posteriormente se evaluarán mediante la aplicación de software que genere gráficos y realice cálculos para mejorar la comprensión e interpretación. Para lograr los hallazgos mediante exámenes, se llevan a cabo dichos procedimientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

La investigación sobre la composición natural del suelo arroja sus resultados en este capítulo. Para mantener aún más la calidad del suelo, se utilizarán plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas fabricadas a partir de materiales reciclados en proporciones variadas.

4.1.1 Resultados sobre propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante.

a) Humedad:

Tabla 5

Humedad del suelo estándar

CONTENIDO DE AGUA	
Calicata	Humedad (%)
C-01	33.26
C-02	34.02
Promedio	33.64

El contenido de agua en dos calicatas, C-01 y C-02, con humedades de 33.26% y 34.02%, respectivamente. El promedio de humedad calculado es 33.64%. Esta información es relevante para evaluar la condición del suelo.

b) TAMIZADO:**Tabla 6***Tamizado del suelo de las calicatas*

Malla	TAMIZADO	
	% pasante	
	Calicata 1	Calicata 2
1/2"	-	-
3/8"	100.00	100.00
N° 4	100.00	99.51
N° 10	99.91	98.03
N° 20	99.29	96.03
N° 40	94.85	94.55
N° 100	88.52	89.62
N° 200	81.73	87.55

El análisis granulométrico del suelo de subrasante en dos calicatas. Los resultados muestran el porcentaje de material pasante a través de diversos tamices, con valores que varían desde 100% en el tamiz de 3/8" hasta un 81.73% y 87.55% en el tamiz N° 200 para las calicatas 1 y 2, respectivamente. Esto indica la distribución del tamaño de partículas en el suelo analizado.

c) Índice de plasticidad:**Tabla 7***ÍP del suelo convencional.*

Calicata	Límites de Atterberg		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1	39.52	19.97	19.55
C-2	40.80	19.81	20.99
Promedio	-	-	20.27

La Tabla muestra los límites de Atterberg para dos calicatas, C-1 y C-2, correspondientes al suelo natural. El límite líquido (LL) de C-1 es 39.52% y de C-2 es 40.80%, mientras que el límite plástico (LP) es 19.97% y 19.81%, respectivamente. El índice plástico (IP) promedio de ambas calicatas es de 20.27%.

d) Grado de compactación:

Un indicador del nivel de compactación es la MDS que una muestra puede alcanzar con su humedad ideal:

Tabla 8*GC del suelo convencional.*

Calicata	GC	
	MDS (gr/cc)	OCH (%)
C-1	1.926	13.32
C-2	1.859	12.10
Promedio	1.893	12.71

La tabla muestra el grado de compactación del (SN) para dos calicatas (C-1 y C-2). Los valores presentados incluyen la masa seca máxima (MDS) en gramos por centímetro cúbico (gr/cc) y (OCH) en porcentaje. Los resultados indican un promedio de 1.893 gr/cc para la MDS y 12.71% para el OCH, con ligeras variaciones entre ambas calicatas.

e) CBR**Tabla 9***CBR del suelo convencional*

Calicata	CBR	
	100% MDS	95% MDS
C-01	5.70	5.42
C-02	6.42	5.38
Promedio	6.06	5.4

Las pruebas de CBR. Para las calicatas C-01 y C-02, los valores de CBR al 100% MDS son 5.70 y 6.42 respectivamente, con un promedio de 6.06, mientras que al 95% MDS, los valores son 5.42 y 5.38, con un promedio de 5.4.

4.1.2 Efecto del plástico reciclado y mascarilla quirúrgica en porcentajes variables en el índice de plasticidad del suelo de subrasante

a) Plástico reciclado

Tabla 10

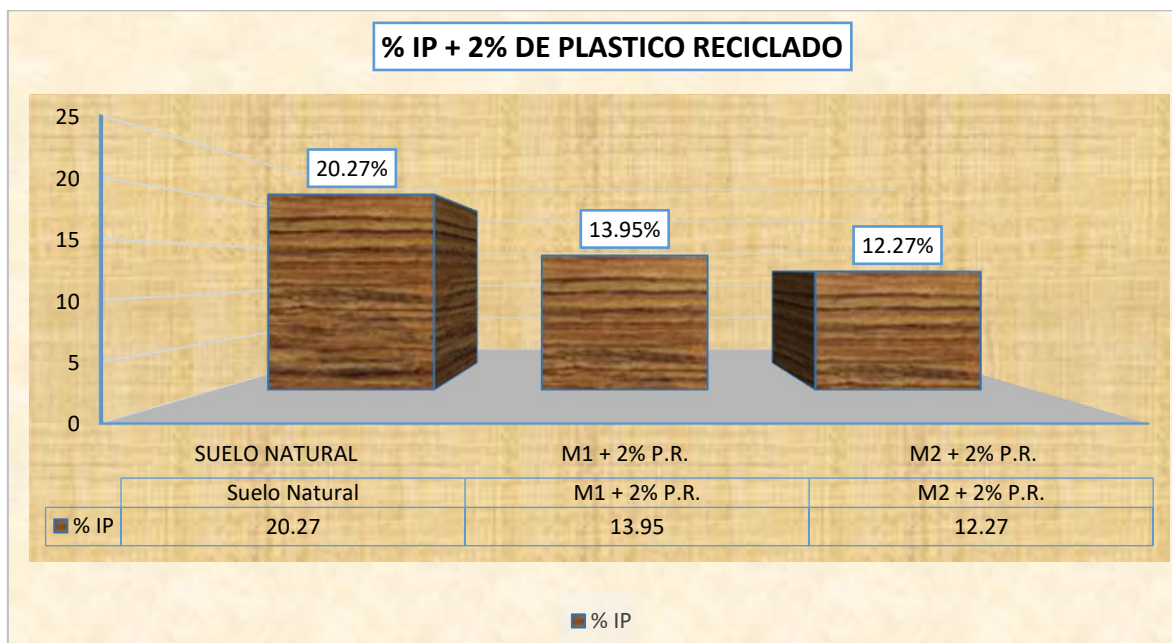
IP de suelo natural + 2% de Plásticos reciclados.

SN + % Plástico reciclado		
Espécimen	IP (%)	Promedio (%)
SN	20.27%	-
M1 + 2% P.R.	13.95%	13.11%
M2 + 2% P.R.	12.27%	

La tabla se ilustra el IP de la muestra + 2% de residuos de plásticos reciclados, llegando a un promedio de 13.11%.

Figura 4

IP del suelo natural + 2% de residuos de plástico reciclado.



La figura compara el (IP) de suelo natural (20.27%) y mezclas con 2% de plástico reciclado, mostrando una reducción del IP en M1 (13.95%) y M2 (12.27%). Esto sugiere un efecto del plástico reciclado en las propiedades del suelo.

Tabla 11

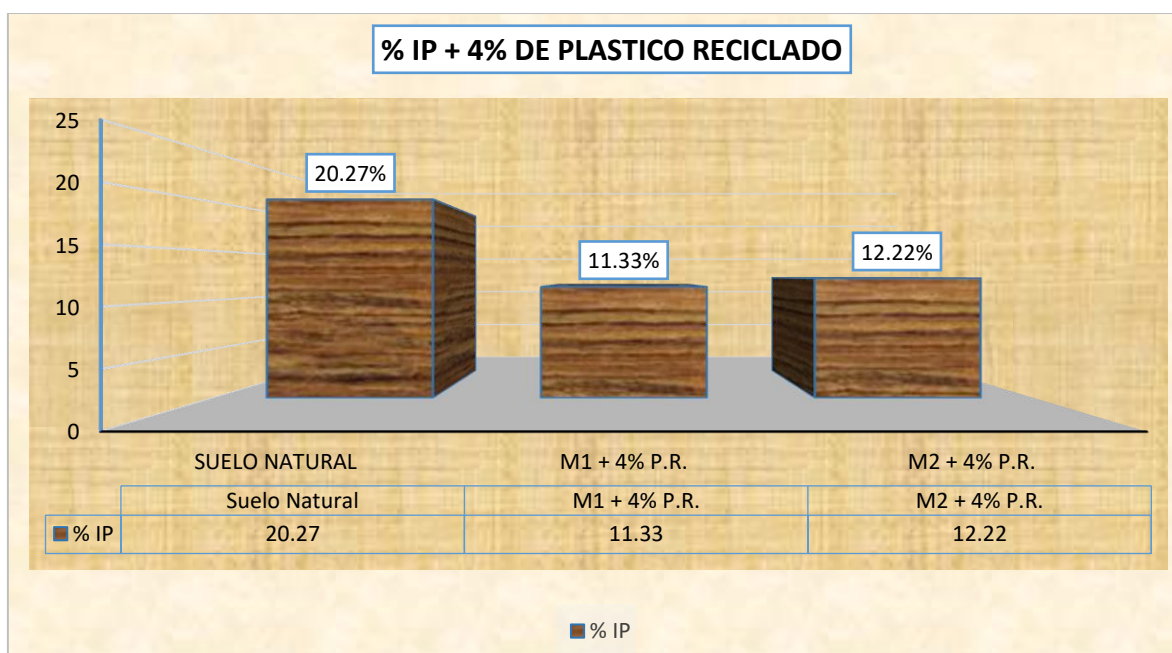
IP al combinar suelo natural + 4% de plásticos reciclados.

SN + 4% plásticos reciclados		
Combinación	IP (%)	Promedio (%)
SN	20.27%	-
M1 + 4% P.R.	11.33%	11.76%
M2 + 4% P.R.	12.22%	

El Índice de Plasticidad (IP) del suelo natural (20.27%) y de las combinaciones con 4% de plásticos reciclados, donde M1 tiene un IP de 11.33% y M2 un IP de 12.22%. El promedio del IP para las combinaciones con plástico reciclado es de 11.76%, indicando una disminución en la plasticidad comparado con el suelo natural.

Figura 5

IP del suelo natural + 4% de residuos de plástico reciclado.



El (IP) del suelo natural (20.27%) y del suelo combinado con 4% de residuos de plástico reciclado, donde M1 tiene un IP de 11.33% y M2 un IP de 12.22%. Se observa una disminución notable en el IP al agregar plástico reciclado en comparación con el suelo natural.

b) Mascarilla quirúrgica

Tabla 12

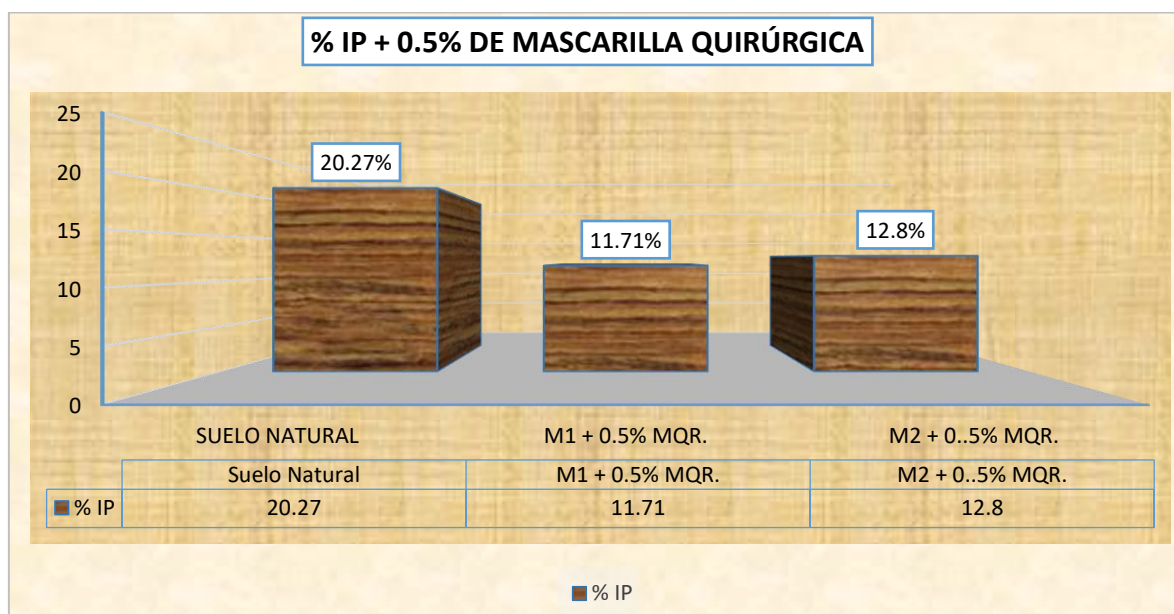
IP al combinar suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.

SN + 0.5% Mascarilla quirúrgica		
Espécimen	IP (%)	Promedio (%)
SN	20.27%	-
M1 + 0.5% MQR.	11.71%	12.26%
M2 + 0.5% MQR.	12.80%	

La tabla presenta el (IP) del suelo natural (20.27%) en comparación con su mezcla con 0.5% de mascarilla quirúrgica. M1 tiene un IP de 11.71% y M2 un IP de 12.80%, con un promedio de 12.26%. La adición de mascarilla quirúrgica reduce el IP respecto al suelo natural.

Figura 6

IP del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.



El (IP) del suelo natural (20.27%) comparado con mezclas de suelo con 0.5% de mascarilla quirúrgica. M1 tiene un IP de 11.71% y M2 un IP de 12.8%. Se observa una reducción significativa en el IP al añadir mascarilla quirúrgica, respecto al suelo natural.

Tabla 13

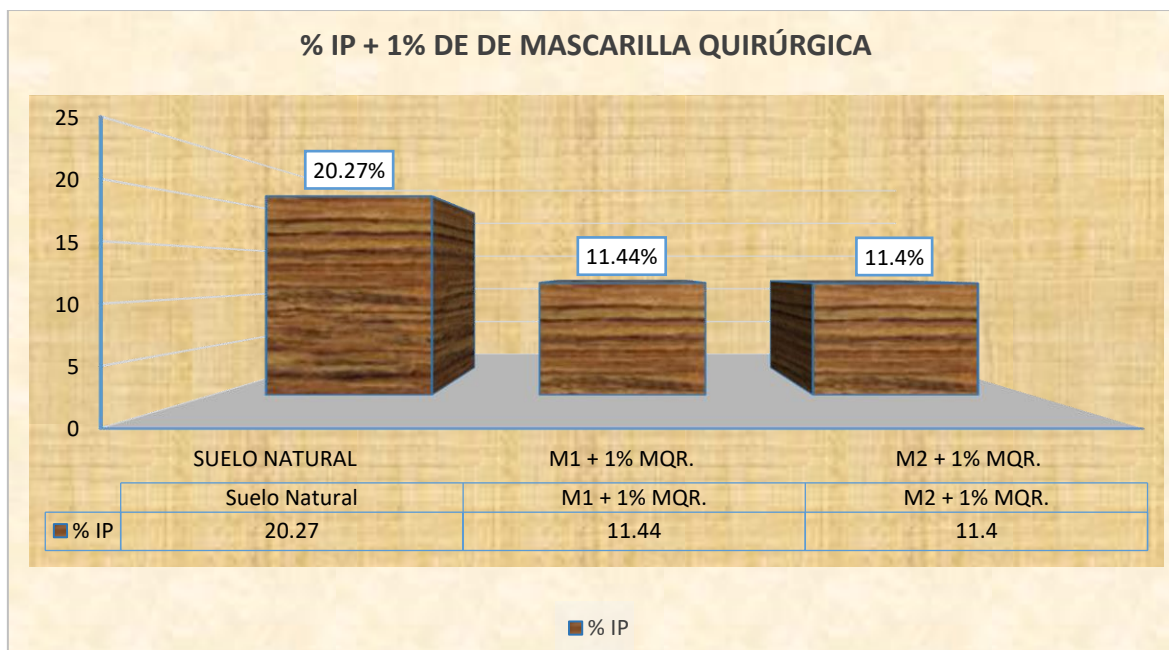
IP al combinar suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.

SN + 1% Mascarilla quirúrgica		
Espécimen	IP (%)	Promedio (%)
SN	20.27%	-
M1 + 1% MQR.	11.44%	11.27%
M2 + 1% MQR.	11.10%	

La tabla muestra el (IP) del suelo natural (20.27%) comparado con mezclas de suelo con 1% de mascarilla quirúrgica, donde M1 tiene un IP de 11.44% y M2 un IP de 11.10%. El promedio del IP de las combinaciones con mascarilla quirúrgica es de 11.27%, evidenciando una disminución significativa del IP respecto al suelo natural.

Figura 7

IP del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.



La figura muestra el (IP) del suelo natural (20.27%) en comparación con mezclas de suelo con 1% de mascarilla quirúrgica. M1 tiene un IP de 11.44% y M2 un IP de 11.40%, lo que refleja una reducción significativa del IP con la incorporación de mascarilla quirúrgica, en relación con el suelo natural.

4.1.3 Efecto del plástico reciclado y mascarilla quirúrgica en porcentajes variables en el grado de compactación del suelo de subrasante

a) Plástico reciclado

Tabla 14

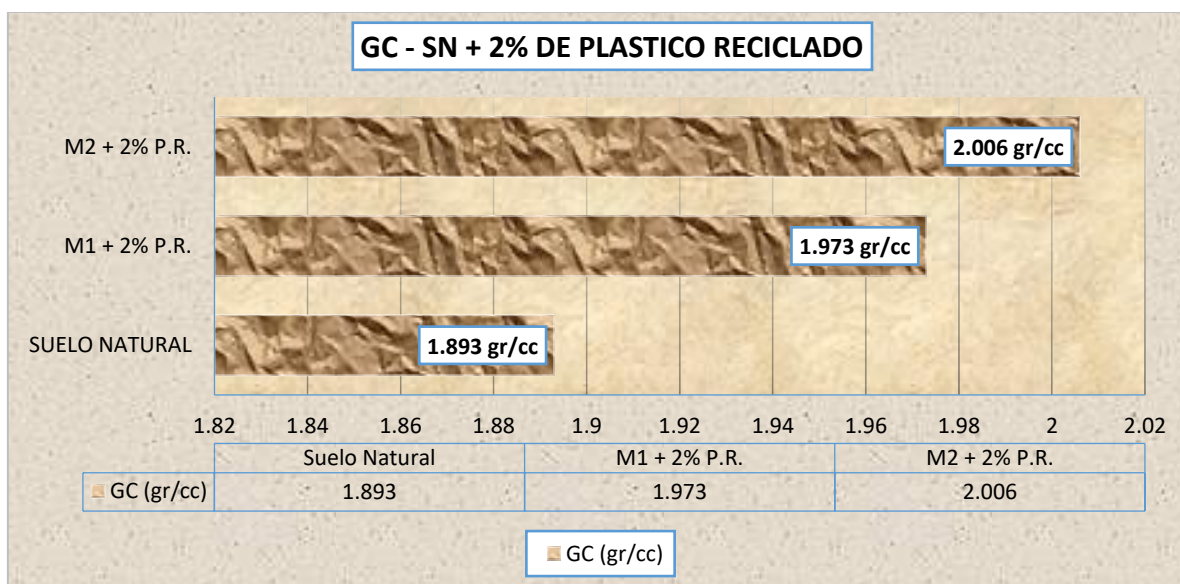
GC del suelo + adición de 2% de plástico reciclado.

SN + 2% plástico reciclado		
Espécimen	MDS (gr/cc)	Promedio (gr/cc)
SN	1.893 gr/cc	-
M1 + 2% P.R.	1.973 gr/cc	1.990 gr/cc
M2 + 2% P.R.	2.006 gr/cc	

La (MDS) del suelo natural (1.893 gr/cc) y del suelo con 2% de plástico reciclado (promedio de 1.990 gr/cc). Los especímenes M1 y M2, con plástico, presentan MDS de 1.973 gr/cc y 2.006 gr/cc, respectivamente.

Figura 8

GC del suelo estándar + 2% de plástico reciclado.



La adición de residuos de plástico reciclado al suelo incrementa el grado de compactación. La muestra M2 + 2% P.R. alcanza el mayor grado de compactación con 2.006 gr/cc, seguida por M1 + 2% P.R. con 1.973 gr/cc. El suelo natural, sin plástico reciclado, tiene el menor grado de compactación con 1.893 gr/cc.

Tabla 15

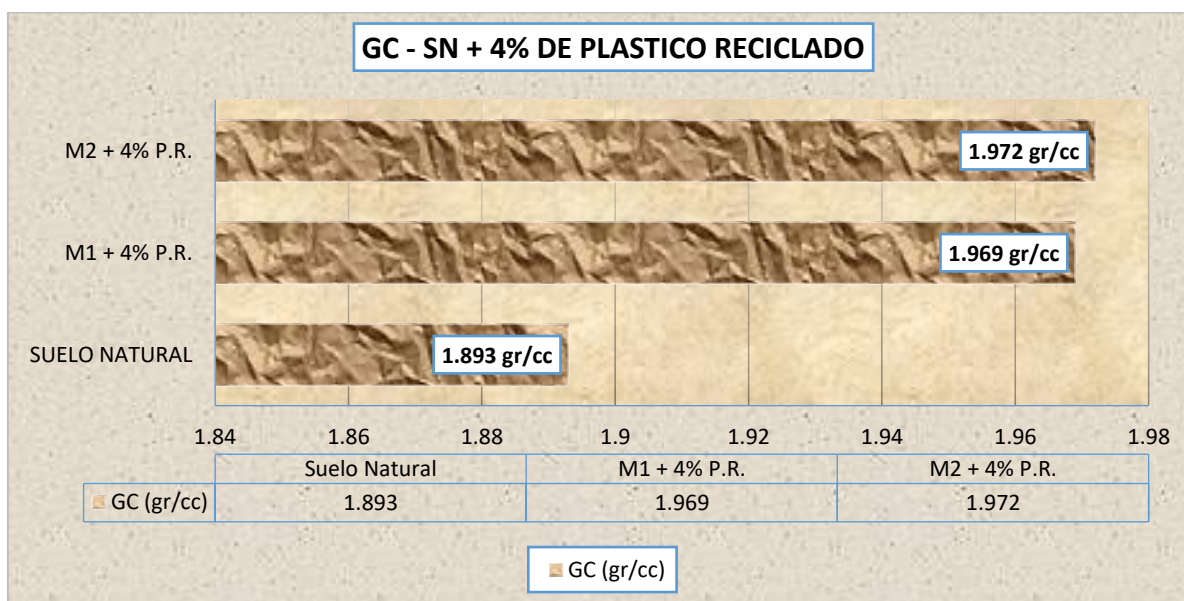
GC del suelo natural + 4% de plástico reciclado.

SN + 4% plástico reciclado		
Espécimen	MDS (gr/cc)	Promedio (gr/cc)
SN	1.893 gr/cc	-
M1 + 4% P.R.	1.969 gr/cc	1.971 gr/cc
M2 + 4% P.R.	1.972 gr/cc	

La (MDS) del suelo natural (1.893 gr/cc) y del suelo con 4% de plástico reciclado, con un promedio de 1.971 gr/cc. Los especímenes M1 y M2 con plástico presentan MDS de 1.969 gr/cc y 1.972 gr/cc, respectivamente.

Figura 9

GC del suelo estándar + 4% de plástico reciclado.



La figura ilustra cómo la adición de residuos de plástico reciclado al suelo incrementa el grado de compactación en comparación con el suelo natural. En particular, la muestra M2 + 4% P.R. muestra el mayor GC, con un valor de 1.972 gr/cc, seguida por la muestra M1 + 4% P.R. con un valor de 1.969 gr/cc. El suelo natural, sin adición de plástico reciclado, tiene el menor grado de compactación, con un valor de 1.893 gr/cc.

b) Mascarilla quirúrgica

Tabla 16

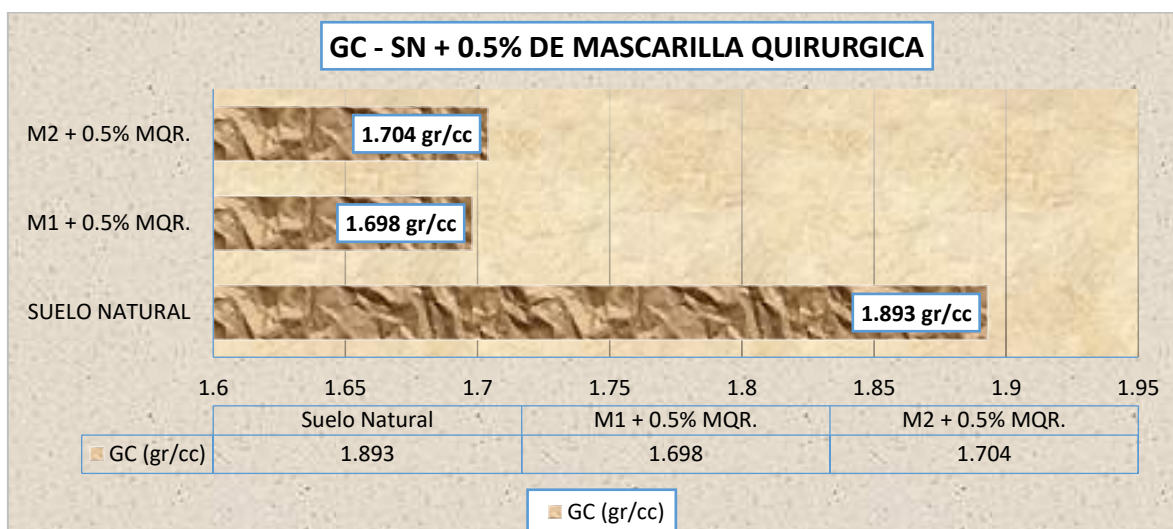
GC del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.

SN + 0.5% Mascarilla Quirúrgica		
Espécimen	MDS (gr/cc)	Promedio (gr/cc)
SN	1.893 gr/cc	-
M1 + 0.5% MQR.	1.698 gr/cc	1.701 gr/cc
M2 + 0.5% MQR.	1.704 gr/cc	

La (MDS) del suelo natural (1.893 gr/cc) y del suelo con 0.5% de mascarilla quirúrgica, con un promedio de 1.701 gr/cc. Los especímenes M1 y M2 con mascarilla presentan MDS de 1.698 gr/cc y 1.704 gr/cc, respectivamente.

Figura 10

GC del suelo natural + 0.5% de mascarilla quirúrgica.



El gráfico ilustra cómo la adición de mascarilla quirúrgica reciclada al suelo afecta el grado de compactación en comparación con el suelo natural. En este caso, las muestras M1 + 0.5% MQR y M2 + 0.5% MQR muestran una disminución en el grado de compactación en comparación con el suelo natural, con valores de 1.698 gr/cc y 1.704 gr/cc respectivamente. El suelo natural, sin adición de MQR, tiene el mayor GC, con valor de 1.893 gr/cc.

Tabla 17

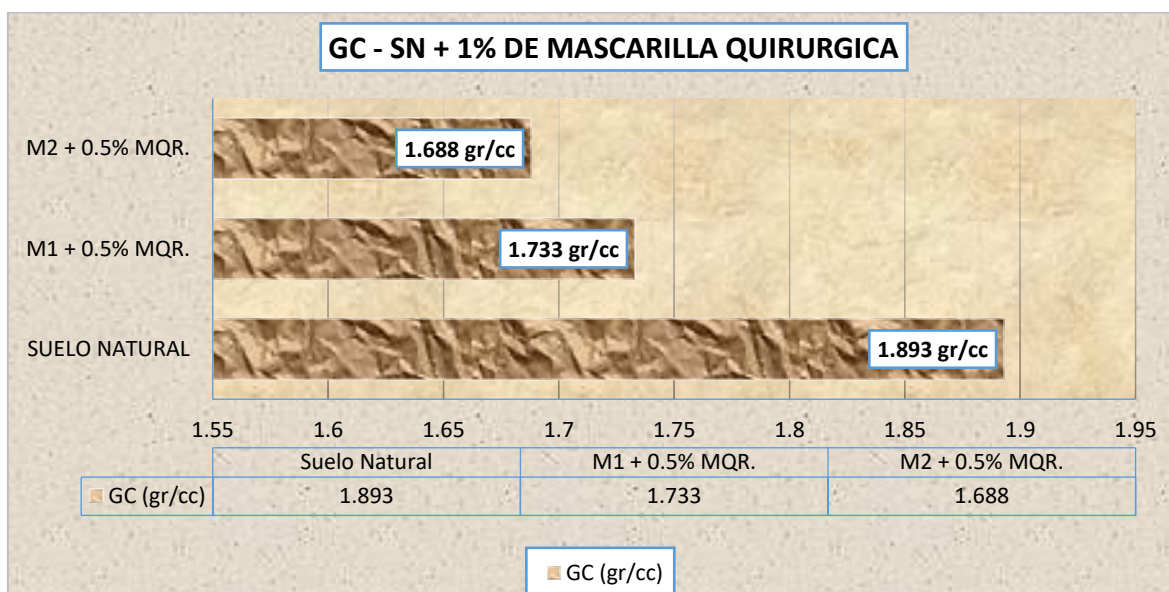
GC del suelo estándar + 1% de mascarilla quirúrgica.

SN + 1% Mascarilla Quirúrgica		
Espécimen	MDS (gr/cc)	Promedio (gr/cc)
SN	1.893 gr/cc	-
M1 + 1% MQR.	1.733 gr/cc	1.711 gr/cc
M2 + 1% MQR.	1.688 gr/cc	

La (MDS) del suelo natural (1.893 gr/cc) y del suelo con 1% de mascarilla quirúrgica, con un promedio de 1.711 gr/cc. Los especímenes M1 y M2 con mascarilla tienen MDS de 1.733 gr/cc y 1.688 gr/cc, respectivamente.

Figura 11

GC del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.



El gráfico ilustra cómo el empleo de 1% de MQR al suelo afecta el grado de compactación en comparación con el suelo natural. En este caso, las muestras M1 + 1% MQR y M2 + 1% MQR muestran una disminución en el grado de compactación en comparación con el suelo natural, con datos de 1.733 gr/cc y 1.688 gr/cc respectivamente. El SN, sin empleo de mascarilla quirúrgica reciclada, tiene el mayor GC, con valor de 1.893 gr/cc.

4.1.4 Efecto del plástico reciclado y mascarilla quirúrgica en porcentajes variables en la capacidad de soporte del suelo de subrasante

a) Plástico reciclado

Tabla 18

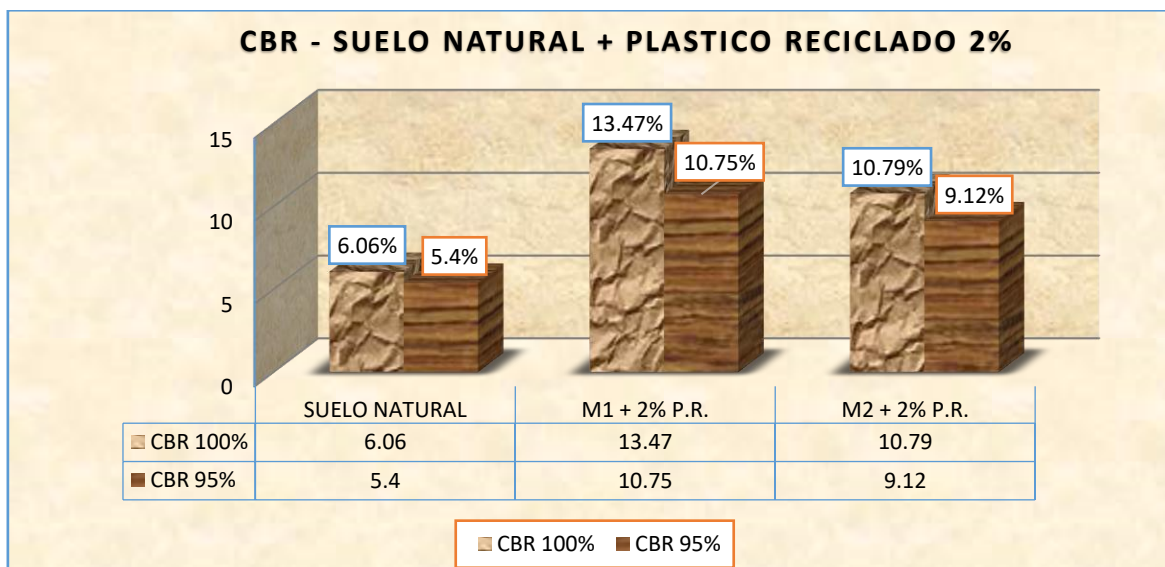
CBR del suelo + 2% de plástico reciclado.

CBR SN + 2% PLASTICO RECICLADO		
Espécimen	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
Suelo Natural	6.06	5.4
M1 + 2% PR.	13.47	10.75
M2 + 2% PR.	10.79	9.12
Promedio	12.13	9.94

La tabla muestra el CBR del SN (6.06 al 100% MDS y 5.4 al 95% MDS) en comparación con mezclas con 2% de plástico reciclado. M1 tiene un CBR de 13.47 y M2 de 10.79 al 100% MDS, con un promedio mejorado de 12.13.

Figura 12

CBR del suelo natural con adición de 2% de plástico reciclado.



La figura compara el CBR del SN (6.06 al 100% MDS y 5.4 al 95% MDS) con las mezclas de suelo con 2% de plástico reciclado. M1 muestra un CBR de 13.47 al 100% y 10.75 al 95%, mientras que M2 tiene un CBR de 10.79 y 9.12.

Tabla 19

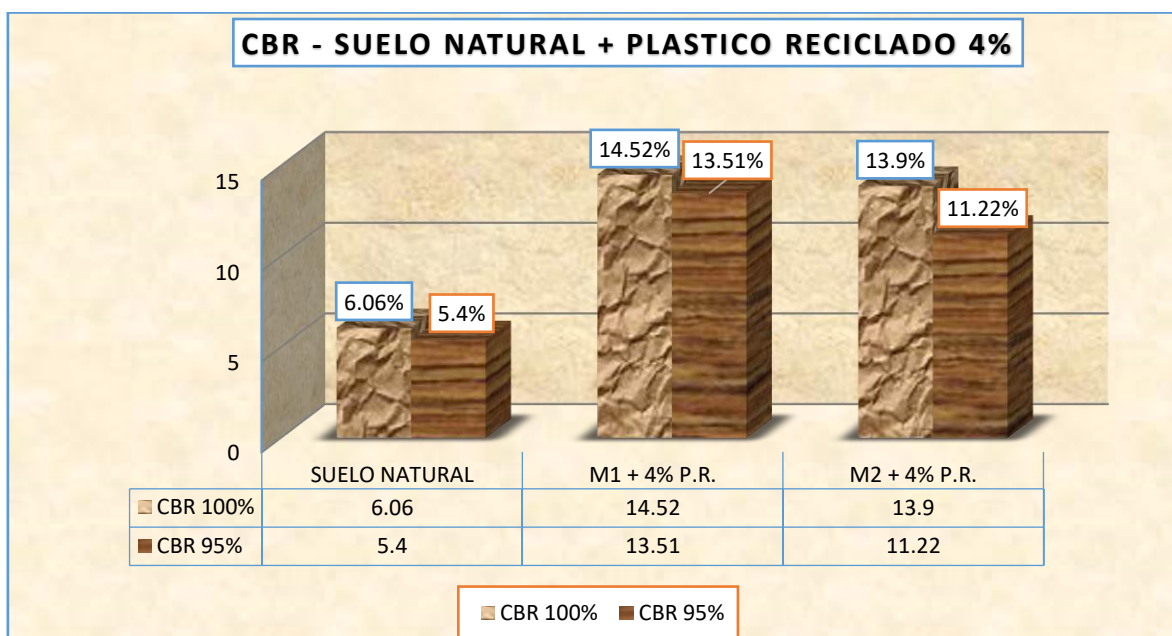
CBR del suelo + 4% de plástico reciclado.

CBR SN + 4% PLASTICO RECICLADO		
Espécimen	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
Suelo Natural	6.06	5.4
M1 + 4% PR.	14.52	13.51
M2 + 4% PR.	13.90	11.22
Promedio	14.21	12.37

El CBR del SN (6.06 al 100% MDS y 5.4 al 95% MDS) comparado con mezclas de suelo con 4% de plástico reciclado. M1 presenta un CBR de 14.52 y M2 de 13.90 al 100% MDS, con un promedio de 14.21. El uso de plástico reciclado mejora significativamente el CBR respecto al suelo natural.

Figura 13

CBR del suelo natural + 4% de plástico reciclado.



La figura compara el CBR del SN que es 5.4% al 95% MDS con mezclas de suelo y 4% de plástico reciclado. M1 presenta un CBR de 13.51% al 95%, mientras que M2 tiene un CBR de 11.22% al 95%.

b) Mascarilla quirúrgica

Tabla 20

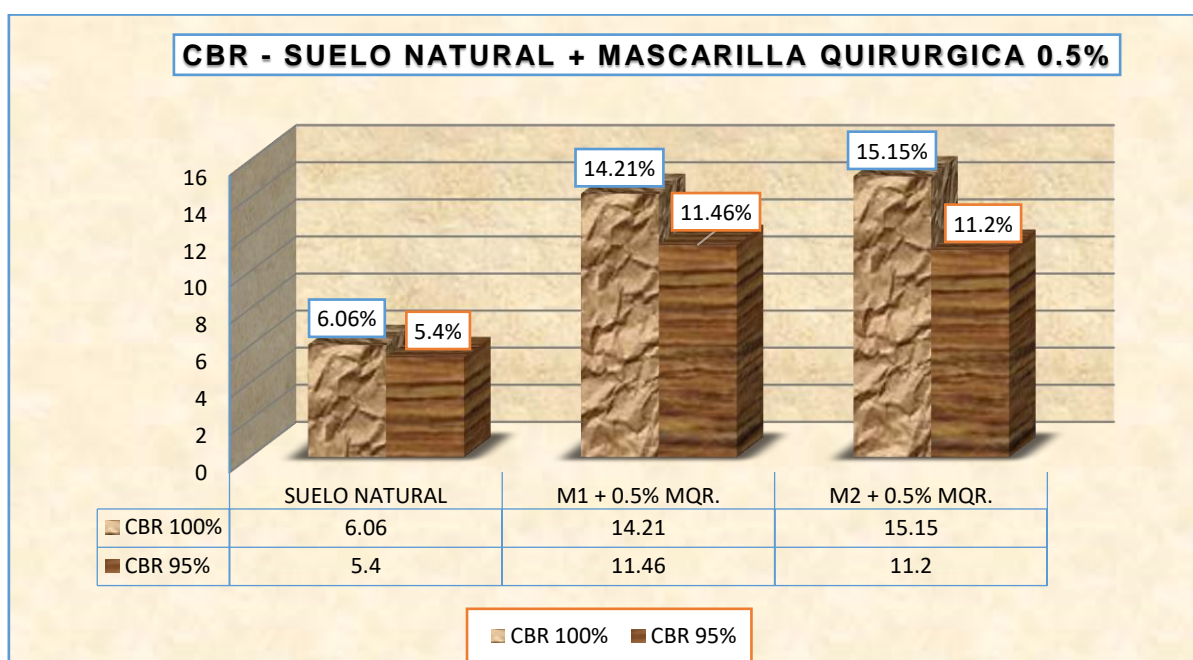
CBR del suelo + 0.5% de mascarilla quirúrgica.

CBR SN + 0.5% MASCARILLA QUIRURGICA		
Espécimen	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
Suelo Natural	6.06	5.4
M1 + 0.5% MQR.	14.21	11.46
M2 + 0.5% MQR.	15.15	11.20
Promedio	14.68	11.33

El CBR del SN que es 5.4% al 95% MDS comparados con mezclas de suelo y 0.5% de mascarilla quirúrgica. M1 presenta un CBR promedio de 14.68% al 100% MDS. Al 95% MDS, el promedio es de 11.33.

Figura 14

CBR del suelo + 0.5% de mascarilla quirúrgica.



La figura compara el CBR del SN (6.06 al 100% MDS y 5.4 al 95% MDS) con mezclas de suelo y 0.5% de mascarilla quirúrgica. M1 tiene un CBR de 14.21 al 100% y 11.46 al 95%, mientras que M2 muestra un CBR de 15.15 y 11.2.

Tabla 21

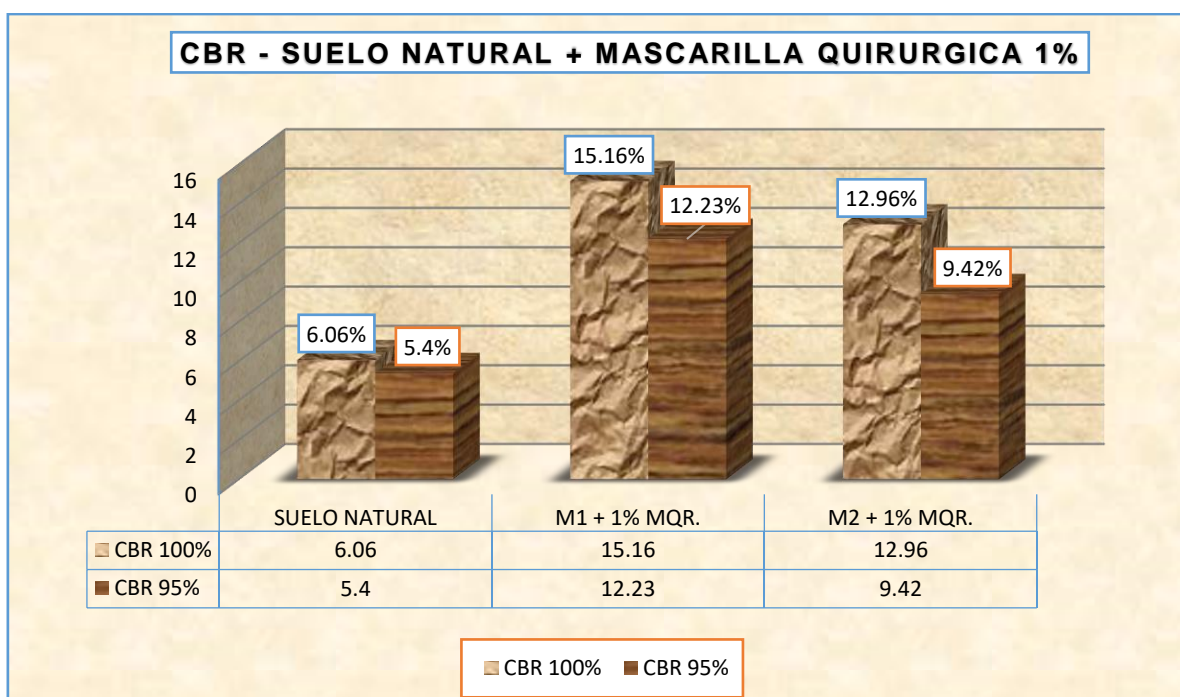
CBR del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.

CBR SN + 1% MASCARILLA QUIRURGICA		
Espécimen	100% MDS	95% MDS
Suelo Natural	6.06	5.4
M1 + 1% PR.	15.16	12.23
M2 + 1% PR.	12.96	9.42
Promedio	14.14	10.83

El CBR del SN (6.06 al 100% MDS y 5.4 al 95% MDS) comparado con mezclas de suelo y 1% de mascarilla quirúrgica. M1 presenta un CBR de 15.16 al 100% MDS y 12.23 al 95%, mientras que M2 tiene un CBR de 12.96 y 9.42. El promedio del CBR con mascarilla quirúrgica es de 14.14 al 100% y 10.83 al 95%.

Figura 15

CBR del suelo natural + 1% de mascarilla quirúrgica.



El CBR del SN (6.06 al 100% MDS y 5.4 al 95% MDS) comparado con mezclas de suelo y 1% de mascarilla quirúrgica. M1 tiene un CBR de 15.16 al 100% y 12.23 al 95%, mientras que M2 presenta un CBR de 12.96 al 100% y 9.42 al 95%.

4.1.5 Comparación de los resultados obtenidos:

IP + PLÁSTICO RECICLADO

Tabla 22

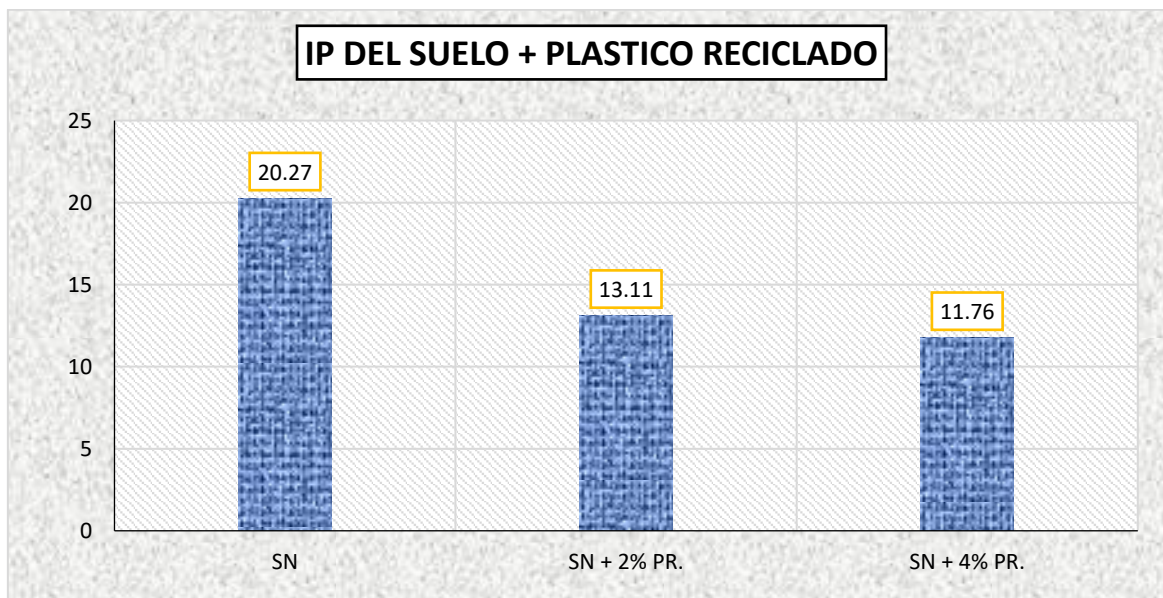
Comparativa de los índices de plasticidad con el empleo de plástico reciclado.

Índice de Plasticidad	
Muestra	% IP
SN	20.27
SN + 2% PR.	13.11
SN + 4% PR.	11.76

La tabla compara el IP del suelo natural (20.27%) con mezclas que incluyen plástico reciclado. Con 2% de plástico reciclado, el IP disminuye a 13.11%, y con 4% baja a 11.76%. Esto evidencia una reducción progresiva en la plasticidad al incorporar plástico reciclado.

Figura 16

Comparativa de IP del suelo con plástico reciclado.



La figura 16 compara el Índice de Plasticidad del suelo natural (20.27%) con mezclas de 2% y 4% de plástico reciclado, donde el IP disminuye a 13.11% y 11.76%, respectivamente. Esto indica una reducción progresiva en la plasticidad al añadir plástico reciclado.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO + MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADO

Tabla 23

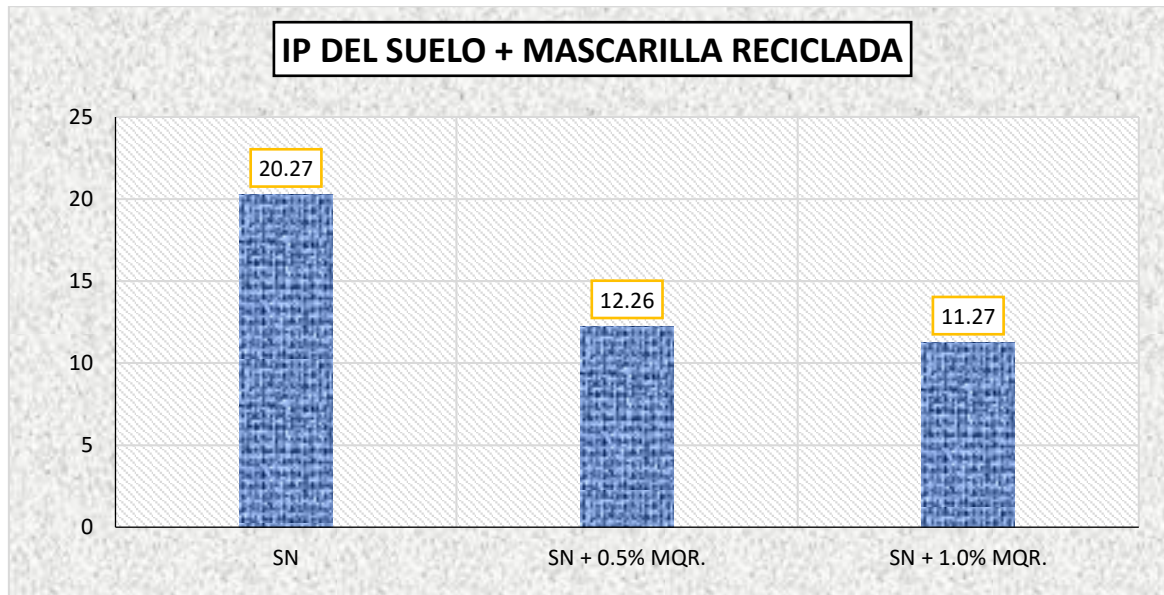
Comparativa de los índices de plasticidad con el empleo de mascarilla quirúrgica.

Índice de Plasticidad	
Muestra	% IP
SN	20.27
SN + 0.5% MQR.	12.26
SN + 1.0% MQR.	11.27

La tabla compara los índices de plasticidad del suelo natural (20.27%) con mezclas de suelo y mascarilla quirúrgica. Con la adición de 0.5% de mascarilla quirúrgica, el IP disminuye a 12.26%, y con 1.0% baja a 11.27%. Esto refleja una notable reducción en la plasticidad al incorporar mascarilla quirúrgica.

Figura 17

Comparativa de IP del suelo con mascarilla reciclada.



La comparativa del (IP) del SN (20.27%) con mezclas que incluyen 0.5% y 1.0% de mascarilla quirúrgica reciclada. El IP disminuye a 12.26% con 0.5% de mascarilla y a 11.27% con 1.0%, evidenciando una reducción progresiva en la plasticidad al añadir mascarilla reciclada.

GRADO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO + PLÁSTICO RECICLADO

Tabla 24

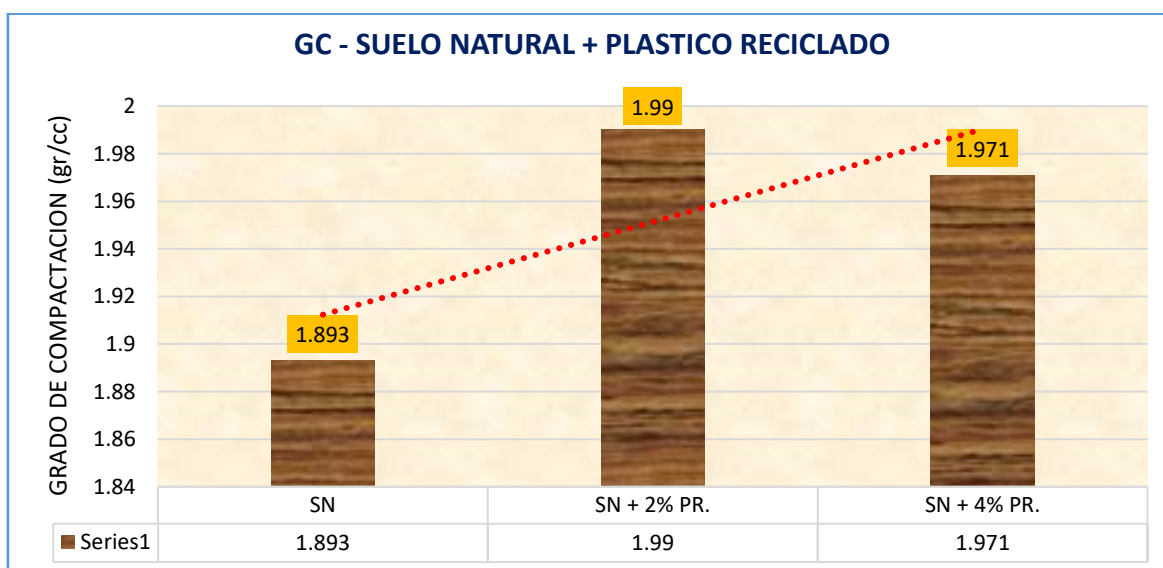
Comparativa del GC del suelo + empleo de plástico reciclado.

COMPARATIVA DE GC	
Muestra	GC
SN	1.893 gr/cc
SN + 2% PR.	1.990 gr/cc
SN + 4% PR.	1.971 gr/cc

La tabla muestra el empleo de plástico reciclado en diferentes porciones mejora el grado de compactación del suelo, con una mayor variación observada en la adición del 2% de plástico reciclado en similitud con el suelo natural.

Figura 18

Variación de resultados del GC del suelo con plástico reciclado.



La figura se visualiza cómo la adición de diferentes porcentajes de plástico reciclado afecta el GC del suelo, mostrando que tanto el 2% como el 4% de plástico reciclado aumentan el grado de compactación en similitud con el suelo natural. La mayor compactación se observa en la muestra con 2% de plástico reciclado, seguida de cerca por la muestra con 4% de plástico reciclado.

GRADO DE COMPACTACIÓN DEL SUELO + MASCARILLA QUIRÚRGICA

Tabla 25

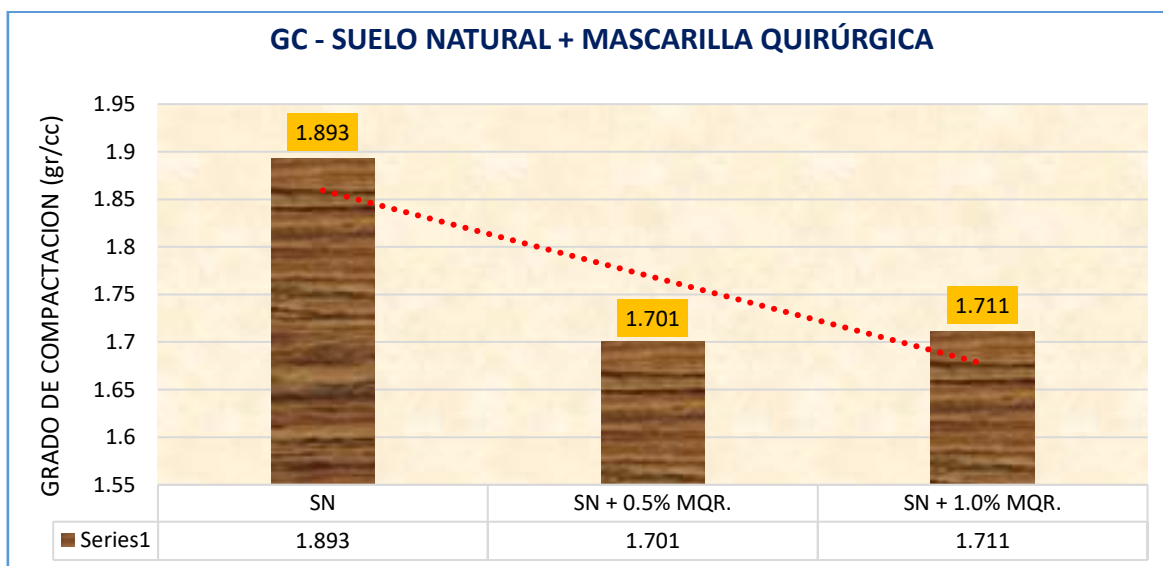
Comparativa del GC del suelo + mascarilla quirúrgica.

Variación del grado de compactación	
Muestra	GC
SN	1.893 gr/cc
SN + 0.5% MQR.	1.701 gr/cc
SN + 1.0% MQR.	1.711 gr/cc

La tabla muestra que la adición de MQR en diferentes proporciones reduce el grado de compactación del suelo en similitud con el suelo natural. La mayor reducción en la compactación se observa en la muestra con 0.5% de mascarilla quirúrgica reciclada.

Figura 19

Variación de resultados del GC del suelo con mascarilla quirúrgica.



La figura visualiza cómo la adición de diferentes porcentajes de mascarilla quirúrgica reciclada afecta el GC del suelo, mostrando que tanto el 0.5% como el 1.0% de MQR disminuyen el grado de compactación en comparación con el suelo natural. La mayor reducción en la compactación se observa en la muestra con 0.5% de MQR, seguida de cerca por la muestra con 1.0% de MQR.

CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO + PLÁSTICO RECICLADO

Tabla 26

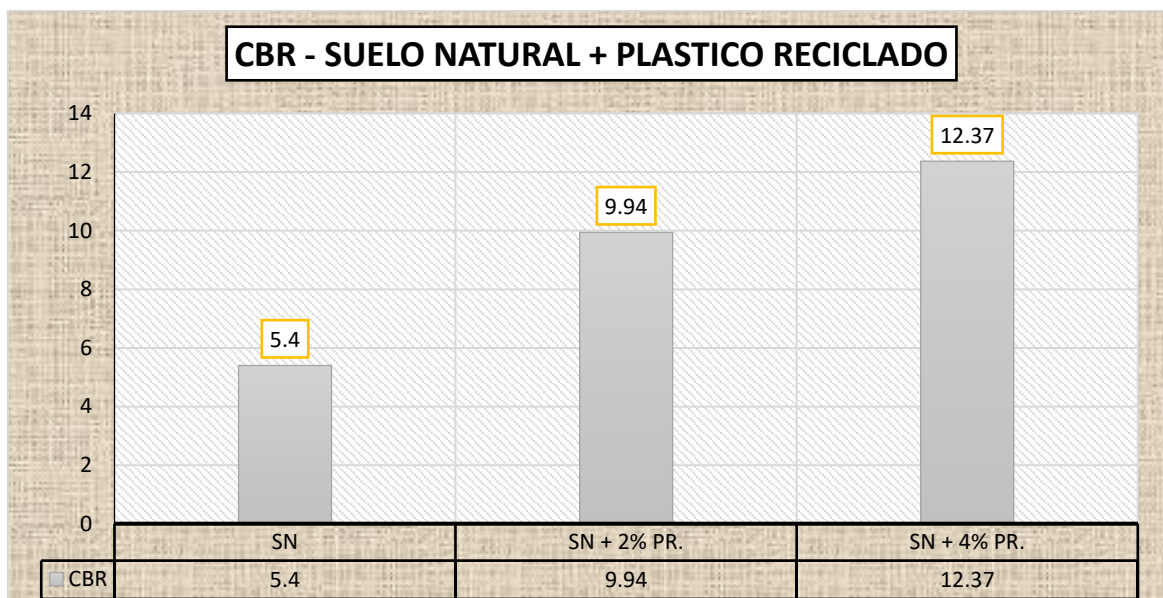
Comparativa del CBR + adición de plástico reciclado.

COMPARATIVA DE CBR	
Muestra	CBR 95%MDS
SN	5.4
SN + 2% PR.	9.94
SN + 4% PR.	12.37

La tabla presenta una comparativa del CBR al 95% MDS del SN (5.4) frente a mezclas con plástico reciclado. Con 2% de plástico reciclado, el CBR aumenta a 9.94, y con 4% de plástico reciclado sube a 12.37.

Figura 20

Comparativa del CBR del suelo natural + plástico reciclado.



La figura muestra la comparativa del CBR al 95% MDS del SN (5.4) y mezclas con plástico reciclado. Con 2% de plástico reciclado, el CBR aumenta a 9.94, y con 4% se eleva a 12.37. Esto evidencia una mejora en la capacidad de soporte del suelo al incorporar plástico reciclado.

CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO + MASCARILLA QUIRÚRGICO

Tabla 27

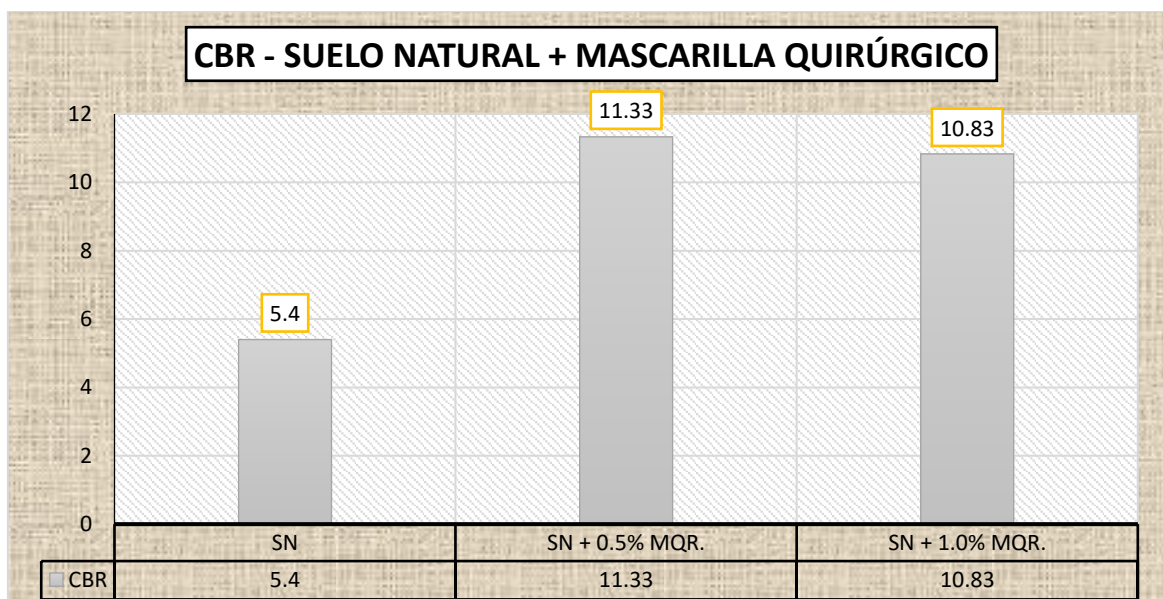
Comparativa del CBR según + mascarilla quirúrgica.

Variación CBR	
Muestra	CBR 95%MDS
SN	5.4
SN + 0.5% MQR.	11.33
SN + 1.0% MQR.	10.83

La tabla presenta una comparación del CBR al 95% MDS del SN (5.4) frente a mezclas con 0.5% y 1.0% de mascarilla quirúrgica. Con 0.5% de mascarilla quirúrgica, el CBR aumenta a 11.33, y con 1.0% se sitúa en 10.83. Esto muestra una mejora en CBR del suelo al añadir mascarilla quirúrgica

Figura 21

Comparativa del CBR del suelo natural + mascarilla quirúrgica.



La figura muestra la comparativa del CBR al 95% MDS del SN (5.4) frente a mezclas con 0.5% y 1.0% de mascarilla quirúrgica. Con 0.5% de mascarilla quirúrgica, el CBR aumenta a 11.33, y con 1.0% se sitúa en 10.83. Esto refleja una mejora en la capacidad de soporte del suelo al incorporar mascarilla quirúrgica.

4.2 Discusión de resultados.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una clara mejora en las propiedades físico-mecánicas del suelo de subrasante tras la incorporación de plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas recicladas en proporciones variables.

1. Índice de Plasticidad (IP)

Es una medida fundamental para evaluar la cohesión y la capacidad de deformación de un suelo bajo condiciones húmedas. En este estudio, la adición de plásticos reciclados redujo de manera significativa el IP del suelo de subrasante, con un promedio de 13.11% al añadir 2% de plásticos y 11.76% con una proporción de 4%. Estos valores indican una notable reducción en la plasticidad en comparación con el suelo natural, cuyo IP fue de 20.27%. Esta disminución es relevante porque, según Holtz y Kovacs (1981), suelos con menor plasticidad tienden a mostrar menor susceptibilidad a deformaciones por carga o por cambios de humedad, lo que los convierte en mejores candidatos para servir como capas subrasantes en pavimentos.

La reducción del IP obtenida es coherente con los resultados reportados por Capia Mamani (2020), quien también observó una disminución en el índice de plasticidad tras la adición de polímeros reciclados (PET) en suelos arcillosos de la carretera Juliaca-Caminaca. Este autor reportó que el uso de polímeros reciclados contribuyó a una mayor estabilidad estructural, lo que es consistente con los hallazgos de este estudio. De manera similar, investigaciones realizadas por Flores Ortega y Zea Arias (2021) en la ciudad de Juliaca encontraron que la adición de plásticos reciclados a suelos cohesivos no solo reduce el IP, sino que también mejora la resistencia a la compresión y disminuye la expansión del suelo.

En el caso de la incorporación de mascarillas quirúrgicas recicladas, el IP también mostró una reducción significativa, con valores promedio de 12.26% y 11.27% para proporciones del 0.5% y 1.0%, respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Quispe Masco (2022), quien investigó el uso de fibras de mascarilla

quirúrgica para la estabilización de suelos en la región Puno, reportando disminuciones comparables en el índice de plasticidad. Este comportamiento puede explicarse por la naturaleza fibrosa de las mascarillas, que reduce la capacidad de absorción de agua del suelo, limitando su capacidad de deformación y mejorando su estabilidad en condiciones húmedas.

Es importante destacar que la reducción del IP es deseable para mejorar las condiciones de tránsito en vías no pavimentadas, ya que suelos menos plásticos son menos propensos a deformaciones permanentes bajo carga. Estos resultados sugieren que tanto el plástico reciclado como las mascarillas quirúrgicas son materiales viables para mejorar las propiedades plásticas de suelos subrasantes.

2. Grado de Compactación (GC)

El grado de compactación es otro factor crucial para determinar la capacidad de soporte del suelo. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la adición de plásticos reciclados incrementó significativamente el grado de compactación del suelo. La MDS promedio aumentó a 1.990 g/cc al añadir 2% de plásticos reciclados y a 1.971 g/cc con 4% de plásticos, en comparación con el suelo natural, que registró un valor de 1.893 g/cc. Este comportamiento es consistente con la investigación de Flores Cruz y Mayta Calci (2022), quienes observaron mejoras similares en el grado de compactación al añadir PET y cal en suelos de la región de Puno.

El aumento en el GC puede explicarse por la capacidad de los polímeros plásticos para llenar los vacíos entre las partículas del suelo, incrementando la densidad del mismo. Como sugiere Cabana Valverde (2017), una mayor densidad se correlaciona con un mejor rendimiento del suelo bajo cargas dinámicas, lo que es esencial para su aplicación en vías con tráfico constante.

En cuanto a las mascarillas quirúrgicas, el grado de compactación mostró una ligera disminución en comparación con el suelo natural. Los valores promedios fueron de 1.701 g/cc y 1.711 g/cc al añadir 0.5% y 1.0% de mascarillas, respectivamente. Este

comportamiento puede deberse a la menor cohesión que ofrecen las fibras de las mascarillas en comparación con los plásticos reciclados. Sin embargo, investigaciones previas, como las de Quispe Masco (2022), indican que, aunque la compactación no mejora significativamente con la adición de fibras de mascarilla, estas sí contribuyen a mejorar la estabilidad general del suelo y su resistencia a la deformación.

3. Capacidad de Soporte (CBR)

La capacidad de soporte, medida a través del CBR, es uno de los parámetros más importantes para determinar la idoneidad de un suelo como capa subrasante. En este estudio, tanto la adición de plásticos reciclados como de mascarillas quirúrgicas mejoró de manera significativa los valores de CBR. Con la adición de 2% de plásticos reciclados, el CBR al 95% MDS aumentó a 9.94, mientras que con 4% de plásticos, el valor subió a 12.37. Estos resultados reflejan un incremento notable en comparación con el suelo natural, cuyo CBR fue de 5.4.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Arenas Prado y Rosas Casa (2019), quienes también reportaron mejoras significativas en el CBR al añadir estabilizantes de origen reciclado a suelos de subrasante en vías de Pasco. La explicación de este comportamiento radica en la mejora de la cohesión interna del suelo y la mayor resistencia a la penetración proporcionada por los plásticos reciclados.

En cuanto a la adición de mascarillas quirúrgicas, el CBR también mostró una mejora, aunque menor que la de los plásticos reciclados. Con 0.5% de mascarillas, el CBR al 95% MDS fue de 11.33, mientras que con 1.0% de mascarillas se alcanzó un valor de 10.83. Estos resultados son comparables con los reportados por Choquecota Guillen (2023), quien observó mejoras en la capacidad de soporte del suelo tras la adición de cenizas de totora y habas en la carretera PE-3ST, en la región Puno. Si bien la mejora en el CBR con mascarillas quirúrgicas no es tan pronunciada como con los plásticos reciclados, sigue siendo relevante, ya que refleja una mejora en la resistencia del suelo a la deformación bajo cargas.



4. Comparación con Estudios Internacionales

A nivel internacional, la estabilización de suelos utilizando plásticos reciclados y residuos médicos ha ganado atención por sus beneficios ambientales y económicos. Investigaciones realizadas por Bejarano Hernández y Luna Pizza (2020) en Colombia también reportaron mejoras significativas en la capacidad de soporte y en la reducción de la plasticidad del suelo mediante la adición de microfibras PET. De manera similar, Moreira Cedeño y Guamán Iler (2016) en Ecuador observaron que el uso de estabilizantes reciclados mejora la cohesión y la capacidad de carga de suelos arcillosos.



CONCLUSIONES

Primera, el suelo de subrasante presenta un índice de plasticidad (IP) de 20.27%, lo que lo clasifica como altamente plástico y susceptible a deformaciones en condiciones húmedas. El grado de compactación promedio es de 1.893 g/cc y su capacidad de soporte (CBR) al 95% MDS es de 5.4, lo que indica una resistencia limitada para el tránsito pesado.

Segunda, la adición de plásticos reciclados y mascarillas quirúrgicas redujo el IP del suelo. Con 2% de plástico, el IP bajó a 13.11% y con 4% a 11.76%. Con 0.5% de mascarilla, el IP fue de 12.26%, y con 1% de mascarilla se redujo a 11.27%. Esto demuestra que ambos materiales reducen la plasticidad, mejorando la estabilidad del suelo.

Tercera, el plástico reciclado mejoró la compactación del suelo, aumentando la MDS a 1.990 g/cc con 2% de plástico y a 1.971 g/cc con 4%. En cambio, las mascarillas quirúrgicas disminuyeron la MDS a 1.701 g/cc con 0.5% y a 1.711 g/cc con 1%, lo que indica que el plástico es más eficaz para mejorar la compactación.

Cuarta, el CBR del suelo mejoró notablemente con el uso de plástico reciclado: 9.94 con 2% y 12.37 con 4%. Las mascarillas quirúrgicas también mejoraron el CBR, pero en menor medida: 11.33 con 0.5% y 10.83 con 1%. Los plásticos reciclados resultaron ser más efectivos para aumentar la capacidad de soporte del suelo.



RECOMENDACIONES

Primera, es recomendable combinar los residuos sólidos con un aditivo reutilizable. Al utilizar proporciones variables, esta mezcla tiene el potencial de producir mejoras sustanciales en suelos con un alto contenido de arcilla, al tiempo que ayuda a mitigar los contaminantes ambientales.

Segunda, se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar el comportamiento a largo plazo y bajo diferentes condiciones ambientales.

Tercera, estos resultados sugieren que el plástico reciclado puede ser un mejor aditivo en compactación del suelo en comparación con la mascarilla quirúrgica reciclada. Es esencial considerar estos efectos al seleccionar materiales reciclados para proyectos de ingeniería y construcción, optimizando las proporciones para alcanzar las propiedades deseadas del suelo. Se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar el impacto a largo plazo y bajo diversas condiciones ambientales.

Cuarta, se recomienda realizar estudios adicionales para explorar el comportamiento del suelo con otros tipos de materiales reciclados y bajo diferentes condiciones de carga y ambientales.



REFERENCIAS

- Aguirre Tarazona, R., & Garmendia Rivera, K. S. (2023). *Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023*. Huanuco: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/133636>
- Angulo Roldan, M., & Zavaleta Papa, C. N. (2019). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO – MECÁNICAS COMO CAPA DE RODADURA EN LA PROLONGACIÓN NAVARRO CAUPER, DISTRITO SAN JUAN – MAYNAS – IQUITOS, 2019*. IQUITOS: Universidad Científica del Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>
- Aquino Apestequi, H. N., & Miranda Obregón, B. S. (2021). *Estabilización de pista no pavimentada usando PET reciclado en el Asentamiento Humano Santa Rosa del Sur – Nuevo Chimbote –Ancash - 2021*. Ancash: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72984>
- Arenas Prado, G. S., & Rosas Casa, L. (2019). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, vía de acceso, distrito Santa Ana de Tusi, Pasco-2019*. Pasco: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58239>
- Balcells, J. (2018). *La investigación social: introducción a los métodos y técnicas*. Escuela Superior de Relaciones Públicas, PPU.
- Bejarano Hernández, B. S., & Luna Pizza, J. D. (2020). *Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PET en el mejoramiento de un suelo arcilloso*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7448>



- Cabana Valverde, M. A. (2017). *Mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico CAL a la subrasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito Paria - Wilcahuain, Huaraz, 2017*. Huaraz: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/13375>
- Calderon Lopez, N. A. (2022). *Efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto – Suches, Puno, 2022*. Caracoto Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/101625>
- Capia Mamani, C. (2020). *Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019*. Juliaca: Universidad Peruana Union. Obtenido de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3156>
- Carrasco, S. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Castillo Ravelo, E. H., & Saucedo Caldas, Y. A. (2019). *Estabilización del suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores Alto – Chimbote – Ancash – 2019*. Ancash: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35882>
- Ccallo Mamani, F. M. (2022). *Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa Ichu y totora en Av. Ejército, Puno - 2022*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105317>
- Chayña Pineda, R. H. (2022). *Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104462>
- Choquecota Guillen, A. B. (2023). *Influencia de la incorporación de ceniza de totora y habas en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, en la carretera PE-*



- 3ST Platería, Puno 2022. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110877>
- Escobar Blas, G. E., & Reyes Asto, D. A. (2022). *Influencia de la ceniza de café y cáscara de huevo para la estabilización de subrasante de un pavimento flexible del tramo Santa Elena – El Carmelo, Virú, 2022*. Virú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/31294>
- Flores Cruz, P. D., & Mayta Calci, R. (2022). *Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas incorporando PET y cal en la subrasante de la carretera Unocolla, Puno - 2022*. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/98809>
- Flores Ortega, D. C., & Zea Arias, H. P. (2021). *Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021*. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68779>
- Garnica Silva, J. A., & Durán Sánchez, J. E. (2023). *Eco-eficacia de la estabilización mecánica de la tapia pisada a partir de mallas de refuerzo de botellas PET*. Colombia: Universidad Santo Tomas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/50208>
- Gavilanes Bayas, E. G. (2015). *Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>
- HERNANDEZ, A., RAMOS, M., PLACENCIA, B., INDACOCHEA, B., QUIMIS, A., & MORENO, L. (2018). *Metodología de la Investigación Científica*. Manabi: 3ciencias - Area de Innovacion y Desarrollo S.L. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.15>



- Jara Anyaypoma, R. (2014). *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/686>
- Laguna Peñaloza, O. I., & Chacón Charcas, J. M. (2020). *Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9352>
- Moreira Cedeño, F. L., & Guamán Iler, I. I. (2016). *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)*. Puyo, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24608>
- Olaya Castro, L. F. (2021). *Revisión teórica del mejoramiento de suelos arcillosos complejos en Colombia mediante el uso de materiales reciclados*. Colombia: Universidad Santo Tomas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/35097>
- Parra-Gómez, M. G. (2018). *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante*. Colombia: Universidad catolica de colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/22856>
- PINO, R. (2018). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Portilla Yandún, F. P., & Andaluz López, R. S. (2022). *Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante*. Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34106>
- Portilla Yandún, F. P., & Celi Yanchapanta, K. A. (2021). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32376>



- Quispe Chuquicusma, H., & Quispe Olivera, A. (2022). *Estabilización de suelos arcillosos de subrasante adicionando ceniza de arroz y café para obras viales en Jaén 2022*. Jaen: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110943>
- Quispe Masco, H. E. (2022). *Estabilización de subrasante con fibra de mascarilla quirúrgica reciclada, en el camino vecinal Chimpa Jallapisi, Puno - 2022*. PUNO: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92017>
- Ramirez Silva, D. M. (2023). *Estabilización del suelo con la ceniza de cascarilla de arroz y polietileno (PET) para pavimento*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11037>
- Sánchez, M. J., Fernández, M., & Diaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Scielo, Uisrael*, 8(1), 113-128.
- Santander Zambrano, M. E., & Yávar Rodríguez, J. C. (2018). *Análisis Comparativo entre Método de Estabilización de Subrasante mediante el uso de Enzimas Orgánicas y Mezclas con Cal, en la Urbanización Tanya Marlene ubicada en la Ciudad de Milagro, Provincia del Guayas*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29312>
- Vegas Mendoza, M. Y. (2021). *Estabilización de suelos adicionando polímero tipo PET triturado al 3%, 5% y 7% en la avenida Chiclayo, Lambayeque - 2021*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90019>
- Yuni, J., & Urbano, C. (2021). *Metodología y Técnicas para Investigar: Recursos para la elaboración de proyectos, análisis de datos y redacción científica (2° ed., Vol. 1)*. Brujas. doi:ISBN: 979-8595351294



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada sobre las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Analizar la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada sobre las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada mejorará las propiedades de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Suelo de subrasante</p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el índice plástico de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?</p> <p>¿Cuál es la incidencia de la adición de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el CBR de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p> <p>Determinar el efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el índice plástico de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p> <p>Determinar la incidencia de la adición de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables sobre el CBR de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024, contarán con materiales blandos de alta plasticidad y baja resistencia.</p> <p>El efecto del empleo de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables disminuirá el índice plástico de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p> <p>La incidencia de la adición de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables incrementará la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p> <p>La influencia de la incorporación de residuos plásticos reciclados y mascarilla quirúrgica reciclada en cantidades variables aumentará el CBR de la subrasante de la carretera Achaya - Arapa 2024.</p>	<p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos plásticos reciclados. • Mascarilla quirúrgica reciclada. <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del suelo de subrasante</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IP <input type="checkbox"/> MDS y OCH <input type="checkbox"/> CBR 	



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
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA
SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 1- MUESTRA 1
13 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.65	32.02	30.12
SUELO SECO + TARRO	gr	28.95	29.57	27.78
PESO DEL TARRO	gr	22.56	22.68	22.30
PESO DEL AGUA	gr	2.70	2.45	2.34
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.39	6.89	5.48
HUMEDAD %	%	42.25	35.56	42.70
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
21.09	20.22
19.61	19.01
12.64	12.54
1.48	1.21
6.97	6.47
21.23	18.70

LÍMITE LÍQUIDO % : 39.52

LÍMITE PLÁSTICO % : 19.97

ÍNDICE PLÁSTICO % : 19.55

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

Dónde:

LL = Límite Líquido

W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PROYECTO

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

SOLICITANTE

Bach. ROYER QUISPE PAREDES

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

CALIGATA 2 - MUESTRA 2

FECHA

13 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	95.62
SUELO SECO + TARRO	gr	80.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	14.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	44.00
HUMEDAD %	%	34.02

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.98	31.54	30.12
SUELO SECO + TARRO	gr	28.45	28.96	27.88
PESO DEL TARRO	gr	22.56	22.68	22.30
PESO DEL AGUA	gr	2.53	2.58	2.24
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.89	6.28	5.58
HUMEDAD %	%	42.95	41.08	40.14
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
21.35	20.68
19.82	19.42
12.64	12.54
1.53	1.26
7.18	6.88
21.31	18.31

LÍMITE LÍQUIDO % : 40.80

LÍMITE PLÁSTICO % : 19.81

ÍNDICE PLÁSTICO % : 20.99

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

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFE DE LABORATORIO
 Mtro. Arnaldo Yana Torres
 13 JUN 2024



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

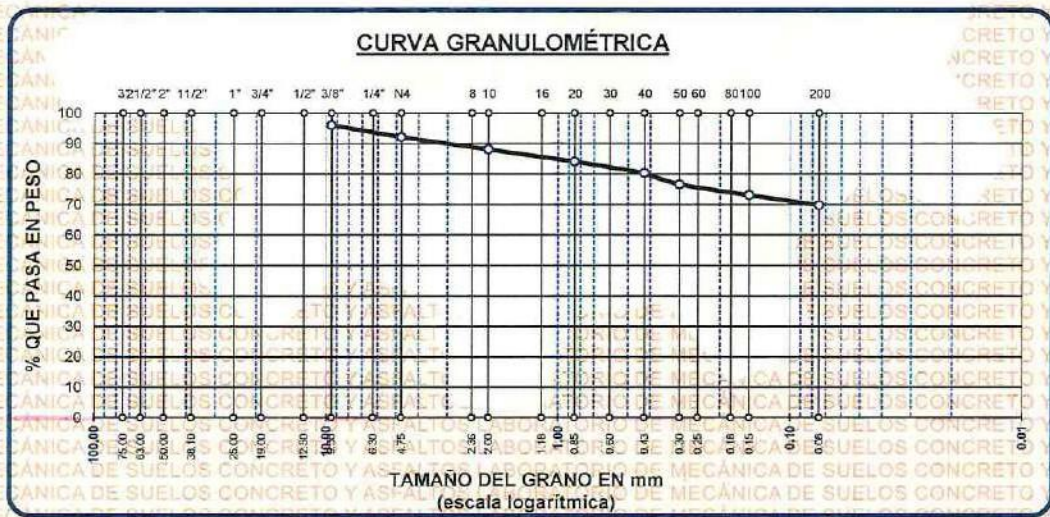
SOLICITANTE : Bach. ROYER QUISPE PAREDES

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 1 - MUESTRA 1

FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 2500.00
2"	50.000						P.L.= 757.45
1 1/2"	38.100						P.P.= 1742.55
1"	25.000						% W = 33.26
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 39.52
3/8"	9.500	100.00	4.00	4.00	96.00		L.P.= 19.97
1/4"	6.300						I.P.= 19.55
No4	4.750	100.00	4.00	8.00	92.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= ___ Cu= ___
No10	2.000	99.91	4.00	12.00	88.00		D30= ___ Cc= ___
No18	1.180						D60= ___
No20	0.850	99.29	3.97	15.97	84.03		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	94.85	3.79	19.76	80.24		SUCS : CH
No 50	0.300	93.15	3.73	23.49	76.51		ASSHTO : A-7
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	88.52	3.54	27.03	72.97		
No200	0.075	81.73	3.27	30.30	69.70		
BASE		1742.55	69.70	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA							



NOTA : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

M.Sc. JULIACA

Mt. Arnaldo Yana Torres
CIP. 100007



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
SOLICITANTE : Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 2 - MUESTRA 2
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	100.00	4.00	4.00	96.00	
1/4"	6.300					
No4	4.750	99.51	3.98	7.98	92.02	
No8	2.360					
No10	2.000	98.03	3.92	11.90	88.10	
No16	1.180					
No20	0.850	96.03	3.84	15.74	84.26	
No30	0.600					
No40	0.425	94.55	3.78	19.52	80.48	
No 50	0.300	92.32	3.69	23.22	76.78	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	89.62	3.58	26.80	73.20	
No200	0.075	87.55	3.50	30.30	69.70	
BASE		1742.39	69.70	100.00	0.00	
TOTAL		2500.00	100.00			
% PERDIDA						

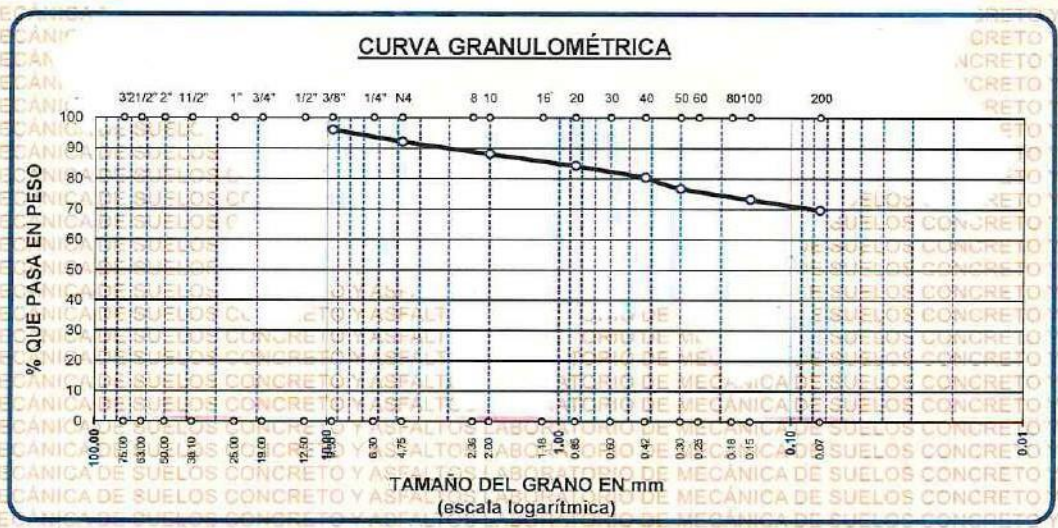
TAMAÑO MÁXIMO:
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
P.L.= 2500.00
P.L.= 757.61
P.P.= 1742.39
% W = 33.26

LIMITES DE CONSISTENCIA:
L.L.= 39.52
L.P.= 19.97
I.P.= 19.55

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
D10= — Cu= —
D30= — Cc= —
D60= —

CLASIFICACIÓN:
I.G. = :
SUCS : CH
ASSTHO : A-7

OBSERVACIONES:



NOTA : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 107757



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
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 1 - MUESTRA 1 + MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA 0.5%
18 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.28

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	44.05	42.01	41.62
SUELO SECO + TARRO	gr	37.85	36.15	36.42
PESO DEL TARRO	gr	20.97	19.75	20.32
PESO DEL AGUA	gr	6.20	5.86	5.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	16.88	16.40	16.10
HUMEDAD %	%	36.73	35.73	32.30
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

	T-14	T-15
	31.35	32.45
	31.02	31.88
	29.45	29.55
	0.33	0.57
	1.57	2.33
	21.02	24.46

LÍMITE LÍQUIDO % : 34.45

LÍMITE PLÁSTICO % : 22.74

ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.71

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

Donde:
LL = Límite Líquido
W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mtr. Arnoldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPÉ PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 2 - MUESTRA 2 + MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA 0.5%
18 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.98	42.05	41.75
SUELO SECO + TARRO	gr	37.85	36.15	36.05
PESO DEL TARRO	gr	20.97	19.75	19.85
PESO DEL AGUA	gr	6.13	5.90	5.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	16.88	16.40	16.20
HUMEDAD %	%	36.32	35.98	35.19
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
31.38	32.45
31.02	31.89
29.45	29.35
0.36	0.56
1.57	2.54
22.93	22.05

LÍMITE LÍQUIDO % : 35.29

LÍMITE PLÁSTICO % : 22.49

ÍNDICE PLÁSTICO % : 12.80

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

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

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

Msc. Aracely Yana Torres
CIP 103257



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



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA
SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 1 - MUESTRA 1 + MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA 1%
18 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.65	42.01	41.62
SUELO SECO + TARRO	gr	37.45	36.78	36.66
PESO DEL TARRO	gr	20.56	19.75	20.32
PESO DEL AGUA	gr	5.20	5.23	4.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	16.89	17.03	16.34
HUMEDAD %	%	30.79	30.71	30.35
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
32.55	32.33
32.02	31.85
29.35	29.12
0.53	0.48
2.67	2.73
19.85	17.58

LÍMITE LÍQUIDO % : 30.15

LÍMITE PLÁSTICO % : 18.72

ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.44

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

Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. Arnoldo Yano Torres
CIP: 103257



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



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 2 - MUESTRA 2 + MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA 1%
18 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.98	42.01	41.95
SUELO SECO + TARRO	gr	37.12	36.32	36.05
PESO DEL TARRO	gr	19.92	19.75	20.23
PESO DEL AGUA	gr	5.86	5.69	5.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.20	16.57	15.82
HUMEDAD %	%	34.07	34.34	37.29
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
32.55	32.33
31.98	31.66
29.35	29.12
0.57	0.65
2.63	2.56
21.67	25.39

LÍMITE LIQUIDO % : 34.64

LÍMITE PLÁSTICO % : 23.53

ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.10

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

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

Mg. Arnaldo Yana Torres
LABORATORIO M.S.C.A. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



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
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARIELA QUIRÚRGICA RECICLADA
SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISEPAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATÁ 1- MUESTRA 1 + PLÁSTICO RECICLADO 2%
17 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.62	36.55	35.02
SUELO SECO + TARRO	gr	31.85	31.85	31.85
PESO DEL TARRO	gr	20.97	19.75	20.32
PESO DEL AGUA	gr	3.77	4.70	3.17
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.88	12.10	11.53
HUMEDAD %	%	34.65	38.84	27.49
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

	T-14	T-15
	28.65	29.65
	27.22	28.12
	19.63	20.40
	1.43	1.53
	7.59	7.72
	18.84	19.82

LÍMITE LIQUIDO % : 33.28

LÍMITE PLÁSTICO % : 19.33

ÍNDICE PLÁSTICO % : 13.95

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

Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP - INGENIERÍA CIVIL
Rogelio Arraigo Yana Torres
CIP 103257



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



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAFA 2024
Bach. ROYER, QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 2 - MUESTRA 2 + PLÁSTICO RECICLADO 2%
17 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.65	41.36	39.68
SUELO SECO + TARRO	gr	36.15	36.25	35.38
PESO DEL TARRO	gr	22.36	21.65	20.85
PESO DEL AGUA	gr	4.50	5.11	4.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.79	14.60	14.53
HUMEDAD %	%	32.63	35.00	29.59
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
32.65	31.66
31.48	30.36
25.62	23.68
1.17	1.30
5.86	6.68
19.97	19.43

LÍMITE LÍQUIDO % : 31.97

LÍMITE PLÁSTICO % : 19.70

ÍNDICE PLÁSTICO % : 12.27

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

Donde:

LL = Límite Líquido

W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAZANGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

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



INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 7 - MUESTRA 1 + PLÁSTICO RECICLADO 4%
17 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.62
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.28

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.85	41.36	39.88
SUELO SECO + TARRO	gr	36.50	36.42	35.12
PESO DEL TARRO	gr	21.65	21.98	20.96
PESO DEL AGUA	gr	4.15	4.94	4.56
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.85	14.44	14.16
HUMEDAD %	%	27.95	34.21	32.20
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
32.65	31.66
31.48	30.36
26.24	22.65
1.17	1.30
5.24	7.71
22.33	16.84

LÍMITE LÍQUIDO % : 30.92

LÍMITE PLÁSTICO % : 19.58

ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.33

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

Donde:
LL = Límite Líquido
W_n = Contenido de Humedad-Promedio (%)
N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mg. Arivaldo Yana Torres



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



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA
SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 2 - MUESTRA 2 + PLÁSTICO RECICLADO 4%
17 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.82
SUELO SECO + TARRO	gr	78.65
PESO DEL TARRO	gr	36.65
PESO DEL AGUA	gr	13.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	42.00
HUMEDAD %	%	33.26

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.65	41.36	39.68
SUELO SECO + TARRO	gr	36.38	36.86	35.42
PESO DEL TARRO	gr	21.88	22.06	22.65
PESO DEL AGUA	gr	4.27	4.50	4.26
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.50	14.80	12.77
HUMEDAD %	%	29.45	30.41	33.36
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
32.65	31.66
31.48	30.36
25.35	22.95
1.17	1.30
6.13	7.41
19.09	17.52

LÍMITE LÍQUIDO % : 30.53

LÍMITE PLÁSTICO % : 18.30

ÍNDICE PLÁSTICO % : 12.22

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

Donde:

LL = Límite Líquido

W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAD INGENIERÍA CIVIL

M^gr. Arnaldo Irujo Torres
CIF: 103287



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
SOLICITANTE	: Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LUGAR	: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA	: CALICATA 1 - MUESTRA 1
FECHA	: 14 DE JUNIO DEL 2024

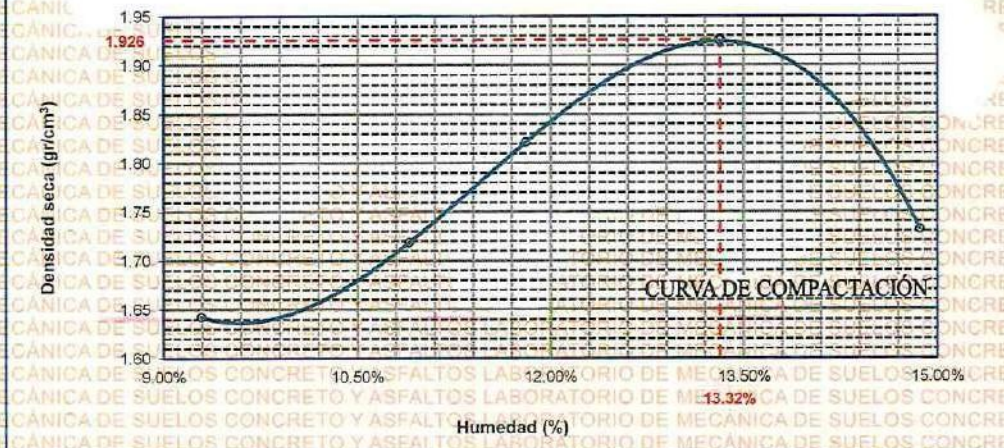
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 935 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	5297	5401	5523	5479
Peso del Molde	gr.	3618	3618	3618	3618
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1679	1783	1905	1861
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.795	1.906	2.036	1.989

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	55.78	47.88	53.39	43.29	39.46	55.85	50.38	51.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	52.85	45.28	50.27	41.18	37.45	53.31	46.48	47.31
Peso del Agua	gr.	2.93	2.60	3.12	2.11	2.01	2.54	3.90	3.94
Peso de la Capsula	gr.	20.93	17.63	21.58	21.88	20.57	31.62	20.50	20.55
Peso del Suelo Seco	gr.	31.92	27.65	28.69	19.30	16.88	21.69	25.98	26.76
% de Humedad	%	9.18%	9.40%	10.87%	10.93%	11.91%	11.71%	15.01%	14.72%
Promedio de Humedad	%	9.29%		10.90%		11.81%		14.87%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.642		1.719		1.821		1.732	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.926 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 13.32%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



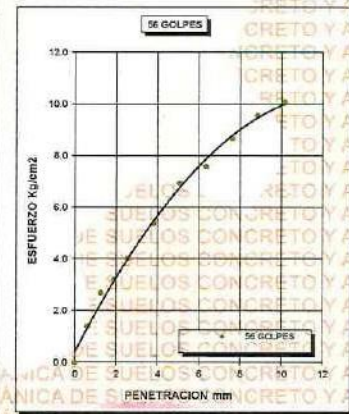
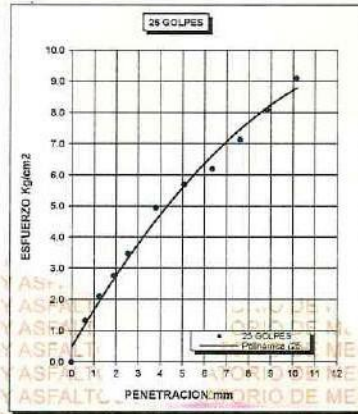
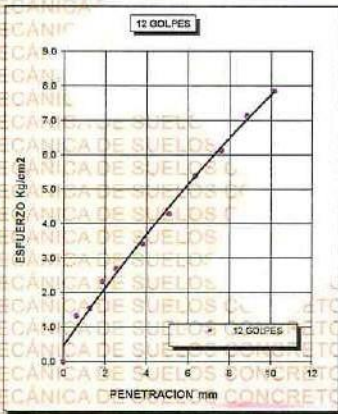
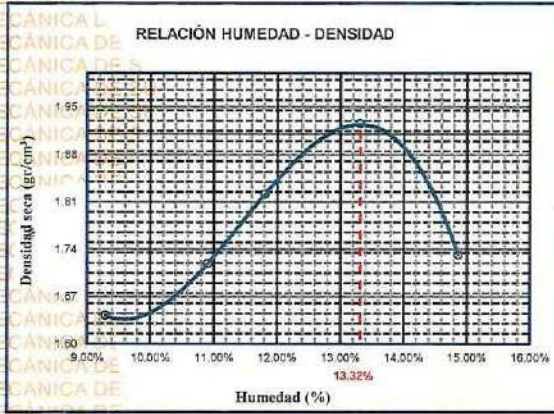
[Signature]
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.926
LUGAR :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS	HUMEDAD OPTIMA (%) 13.32%
MUESTRA :	SUELO NATURAL - CALICATA - M1	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.70
FECHA :	14 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 5.42
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-2
		EMBEBIDO : 4 DÍAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Metr. Arnelio Yana Torres
CIP 103277



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA REICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024		
SOLICITANTE	Bach. ROYER QUISPE PAREDES		
LUGAR	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS		
MUESTRA	CALICATA 2 - MUESTRA 2		
FECHA	14 DE JUNIO DEL 2024		

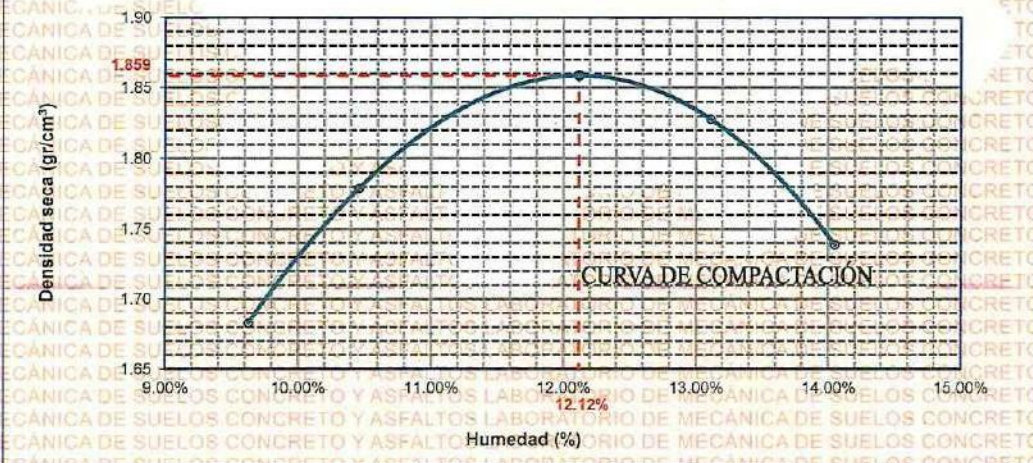
MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	936 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	5344	5456	5552	5473
Peso del Molde	gr.	3618	3618	3618	3618
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1726	1838	1934	1855
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.845	1.965	2.067	1.983

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	255.51	228.88	255.51	228.88	278.42	315.28	285.81	245.92
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	237.00	210.15	235.23	209.12	252.50	280.95	255.02	220.42
Peso del Agua	gr.	18.51	18.73	20.28	17.76	25.92	34.31	30.59	25.50
Peso de la Capsula	gr.	40.87	39.78	40.86	39.78	38.12	38.27	37.56	38.78
Peso del Suelo Seco	gr.	196.13	170.37	194.37	169.34	214.38	242.68	217.46	181.54
% de Humedad	%	9.44%	9.82%	10.43%	10.49%	12.09%	14.14%	14.07%	14.04%
Promedio de Humedad	%	9.63%		10.46%		13.11%		14.05%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.683		1.779		1.828		1.739	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.859 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	12.1%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



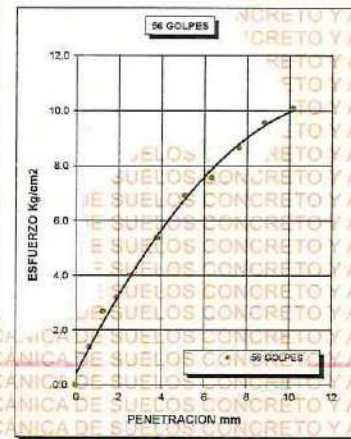
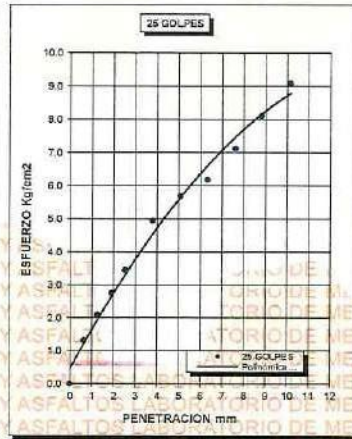
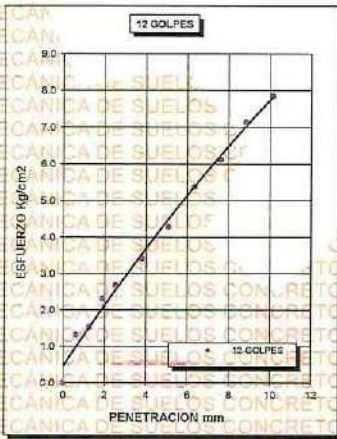
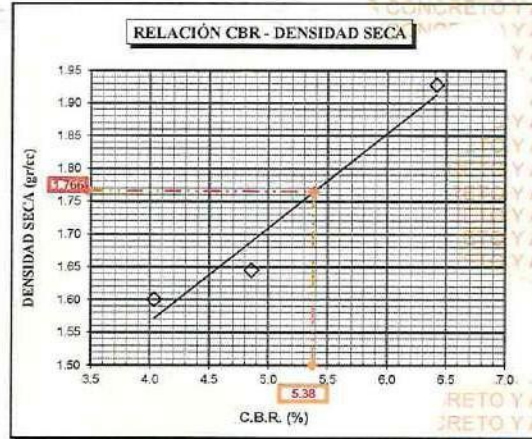
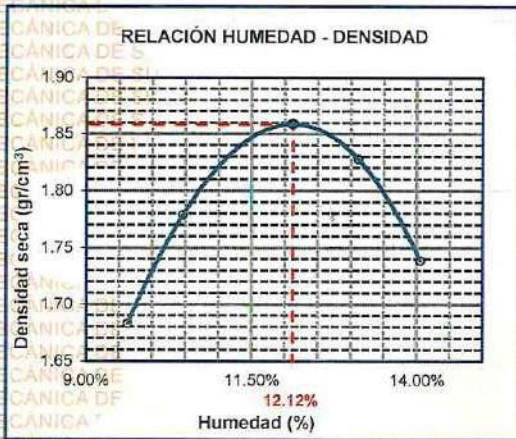
Mg. Arnoldo Yana Torres
CIP: 493257



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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.859
UBICACIÓN :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS	HUMEDAD OPTIMA (%) 12.1%
MUESTRA :	SUELO NATURAL - CALICATA - M2	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 6.42
FECHA :	14 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 5.38
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-2
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
Mtro. Arnaldo Yana Torres
14 JUN 2024



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

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024		
SOLICITANTE	Bach. RÓYER QUISPE PAREDES		
UBICACIÓN	ACHAYA - ARAPA		
MUESTRA	CALICATA 1 - MUESTRA 1 + MASCARILLA QUIRÚRGICA 0.5%		
FECHA	18 DE JUNIO DEL 2024		

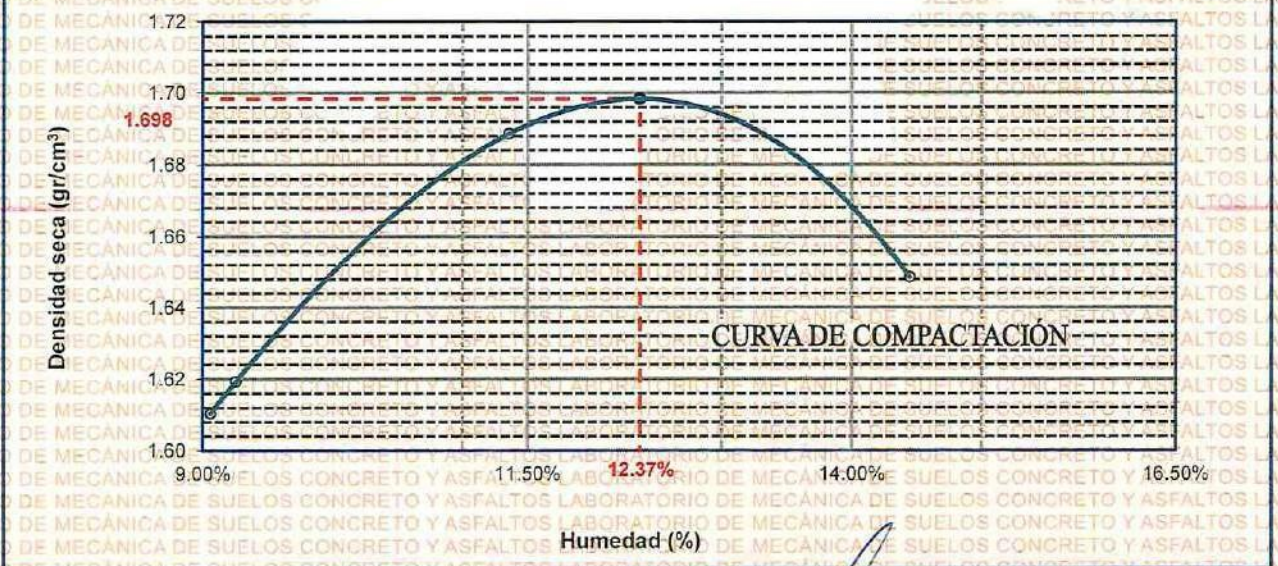
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	935 cm ³
No. DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	5261	5273	5377	5383
Peso del Molde	gr.	3618	3618	3618	3618
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1643	1655	1759	1765
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.756	1.769	1.880	1.887

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	236.51	207.88	236.51	191.00	259.41	291.15	266.61	226.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	220.15	194.00	219.85	178.25	237.14	265.12	237.21	203.54
Peso del Agua	gr.	16.36	13.88	16.66	12.75	22.27	26.03	29.40	23.35
Peso de la Capsula	gr.	40.86	39.78	40.86	39.78	38.11	39.27	37.56	38.75
Peso del Suelo Seco	gr.	179.29	154.22	178.99	138.47	199.03	225.85	199.65	164.79
% de Humedad	%	9.12%	9.00%	9.31%	9.21%	11.19%	11.53%	14.73%	14.17%
Promedio de Humedad	%	9.06%		9.26%		11.36%		14.45%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.610		1.619		1.689		1.649	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.698 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	12.37%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



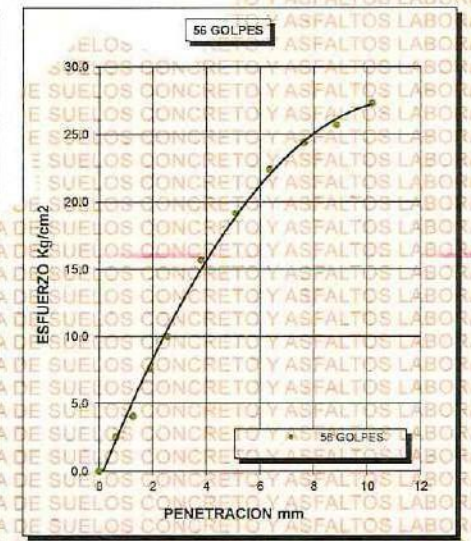
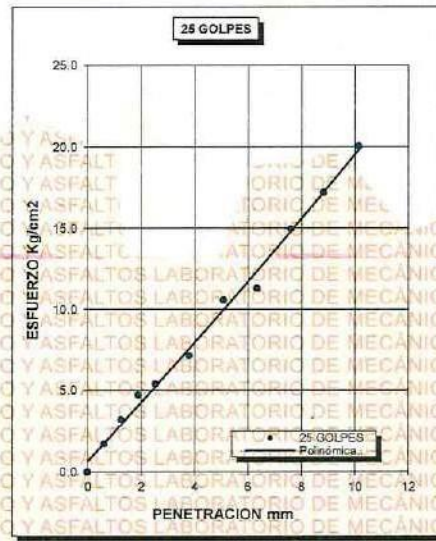
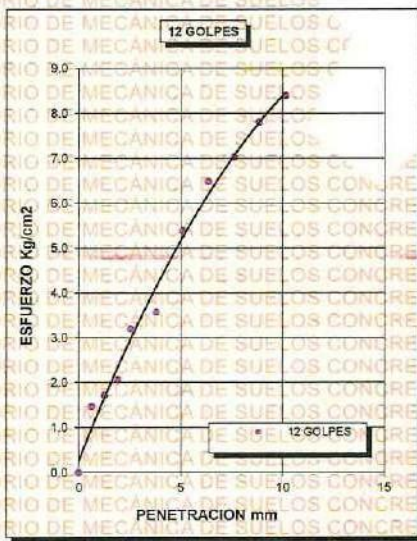
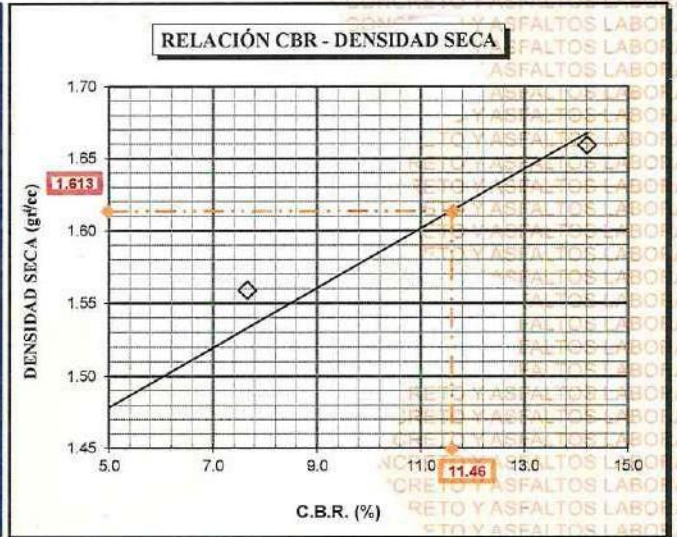
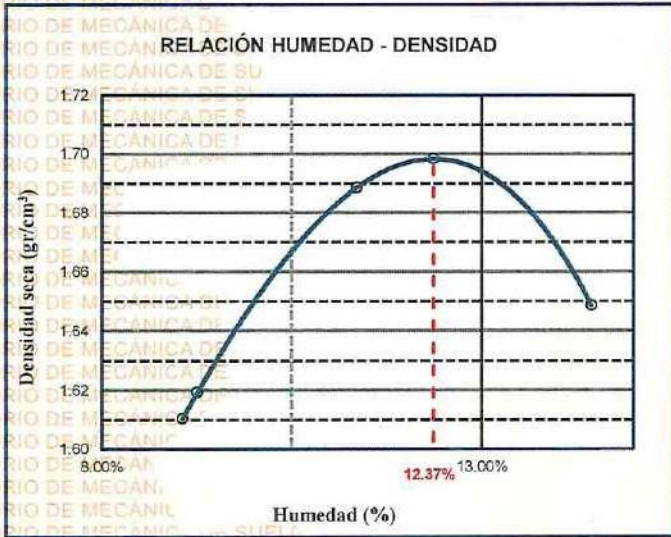
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 LABORATORIO M.S.C.A. LEPTURA
 UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 P.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL



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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.698
UBICACIÓN :	ACHAYA - ARAPA	HUMEDAD OPTIMA (%)	12.37%
MUESTRA :	CALICATA 1 - MUESTRA 1 + MASCARILLA QUIRURGICA 0.5%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	14.21
FECHA :	18 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.46
		CLASIFICACIÓN :	CL
		AASHTO :	A-2
		EMBEBIDO :	4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
SOLICITANTE	: Bach. ROYER QUISPE PAREDES
UBICACIÓN	: ACHAYA - ARAPA
MUESTRA	: CALICATA 2 - MUESTRA 2 + MASCARILLA QUIRÚRGICA 0.5%
FECHA	: 18 DE JUNIO DEL 2024

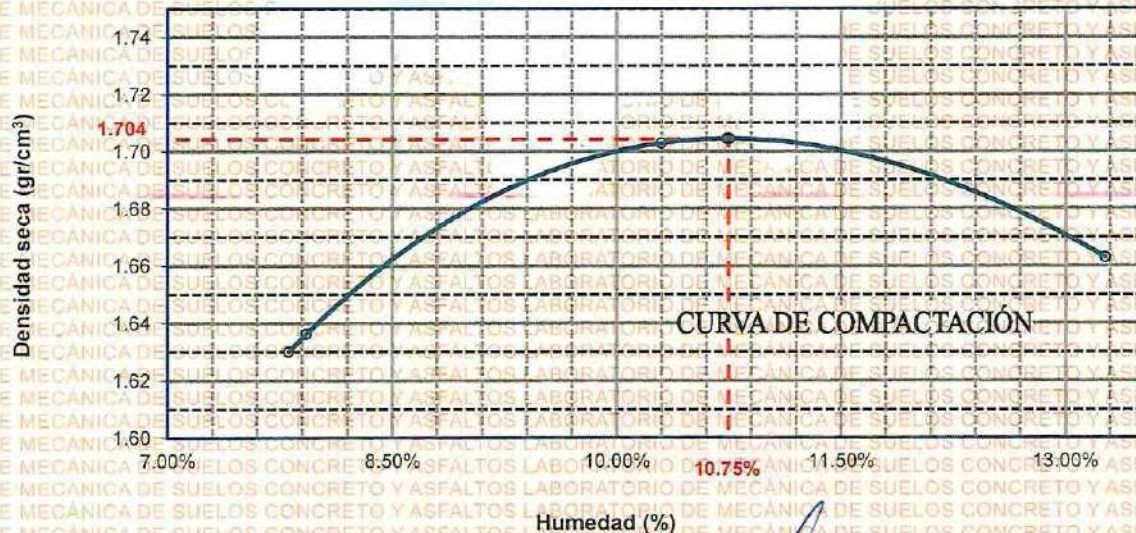
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 935 cm ³
No-DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5262	5270	5375	5380
Peso del Molde	gr.	3618	3618	3618	3618
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1644	1652	1757	1762
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.757	1.766	1.878	1.884

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	235.51	206.88	235.51	190.00	258.15	290.15	265.61	225.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	221.15	195.00	220.85	179.25	238.14	256.12	238.21	204.54
Peso del Agua	gr.	14.36	11.88	14.66	10.75	20.01	24.03	27.40	21.35
Peso de la Capsula	gr.	40.86	39.78	40.86	39.78	38.11	39.27	37.56	38.75
Peso del Suelo Seco	gr.	180.29	155.22	179.99	139.47	200.03	226.85	200.65	165.79
% de Humedad	%	7.96%	7.65%	8.14%	7.71%	10.00%	10.59%	13.66%	12.88%
Promedio de Humedad	%	7.81%		7.93%		10.30%		13.27%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.630		1.636		1.703		1.663	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.704 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 10.7%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



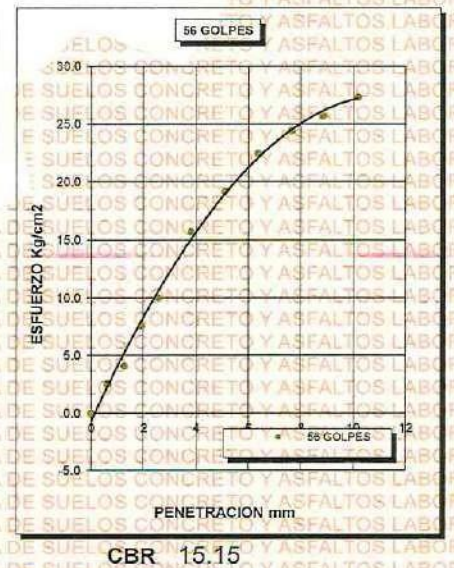
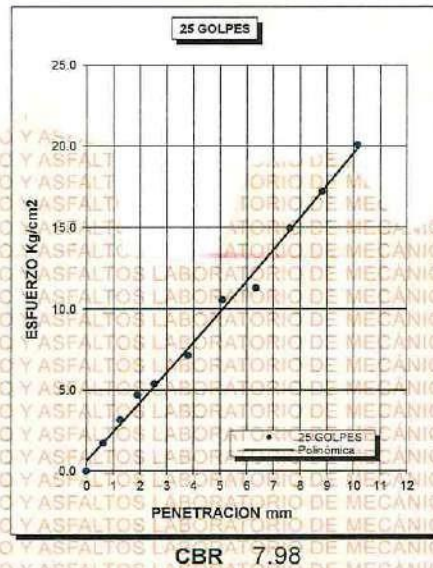
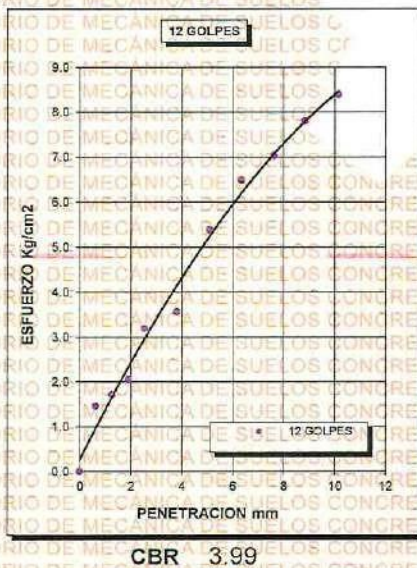
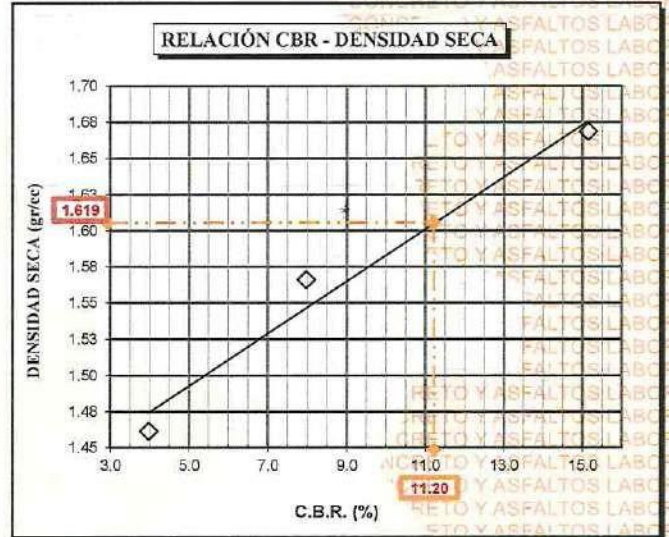
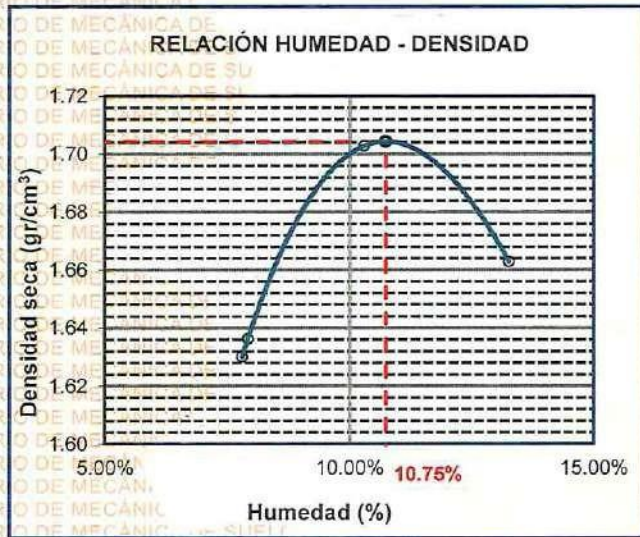
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Ing. Arnaldo Iana Torres
EIP 103257



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



PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1.704
UBICACIÓN :	ACHAYA - ARAPA	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.7%
MUESTRA :	CALICATA 2 - MUESTRA 2 + MASCARILLA QUIRURGICA 0.5%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	15.15
FECHA :	18 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.20
		CLASIFICACIÓN :	CL
		AASHTO :	A-2
		EMBEBIDO :	4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - JULIACA
Almir Arnaldo Iana Torres
CIP 193257



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
SOLICITANTE	: Bach. ROYER QUISPE PAREDES
UBICACIÓN	: ACHAYA - ARAPA
MUESTRA	: CALIGATA 1 - MUESTRA 1 + MASCARILLA QUIRURGICA 1%
FECHA	: 19 DE JUNIO DEL 2024

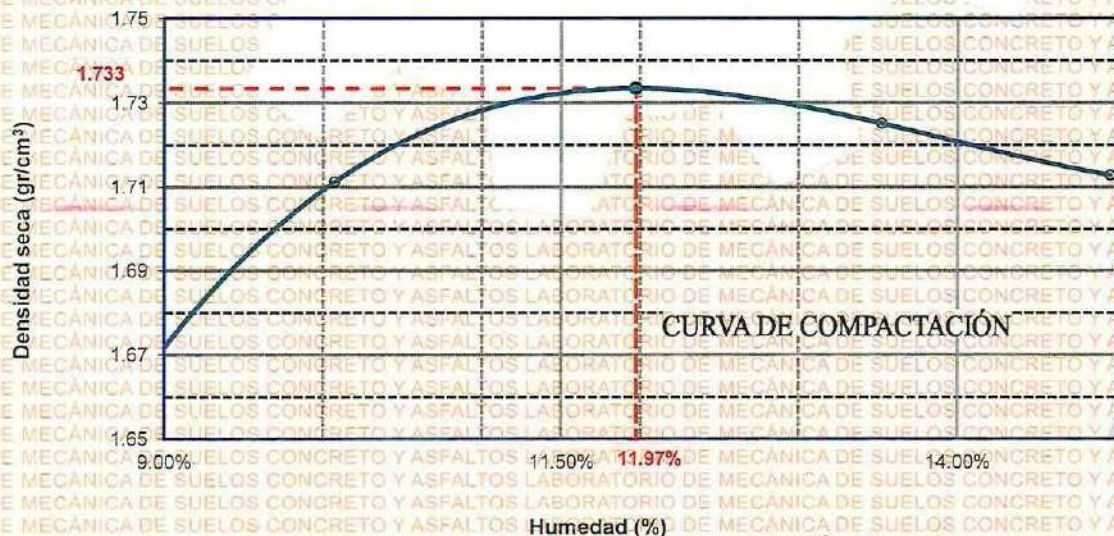
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 935 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	5282	5380	5460	5450
Peso del Molde	gr.	3618	3618	3618	3618
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1664	1762	1842	1832
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.779	1.884	1.969	1.958

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	222.51	193.88	222.51	177.00	245.41	277.15	252.61	212.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.15	182.00	205.00	165.00	218.15	241.00	227.00	191.00
Peso del Agua	gr.	14.36	11.88	17.51	12.00	27.26	36.15	25.61	21.89
Peso de la Capsula	gr.	40.75	38.78	41.12	38.15	25.10	12.30	24.51	38.95
Peso del Suelo Seco	gr.	167.40	143.22	163.88	126.85	193.05	228.70	202.49	152.05
% de Humedad	%	8.58%	8.29%	10.68%	9.46%	14.12%	15.81%	12.65%	14.40%
Promedio de Humedad	%	8.44%		10.07%		14.96%		13.52%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.640		1.711		1.713		1.725	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.733 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.97%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



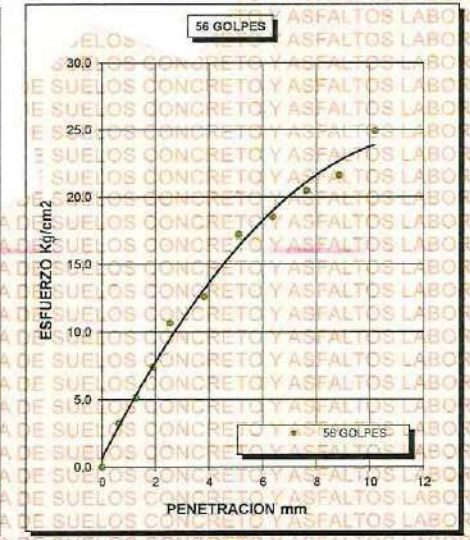
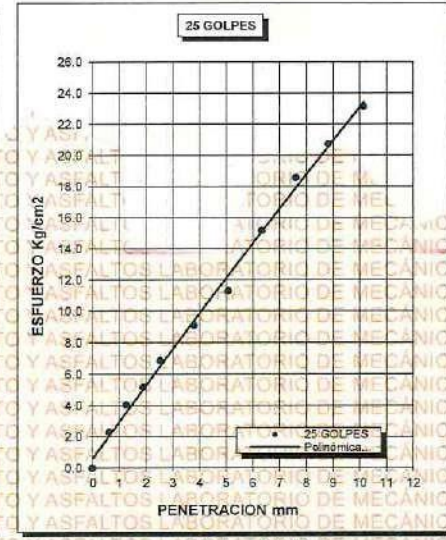
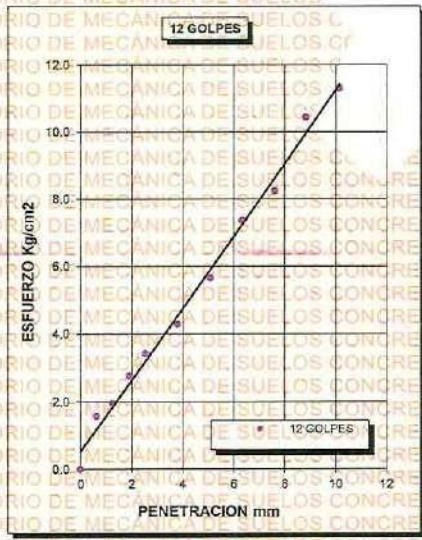
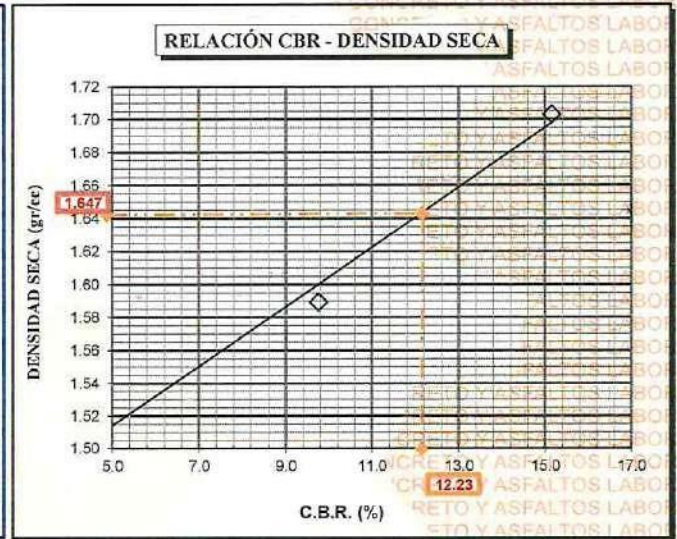
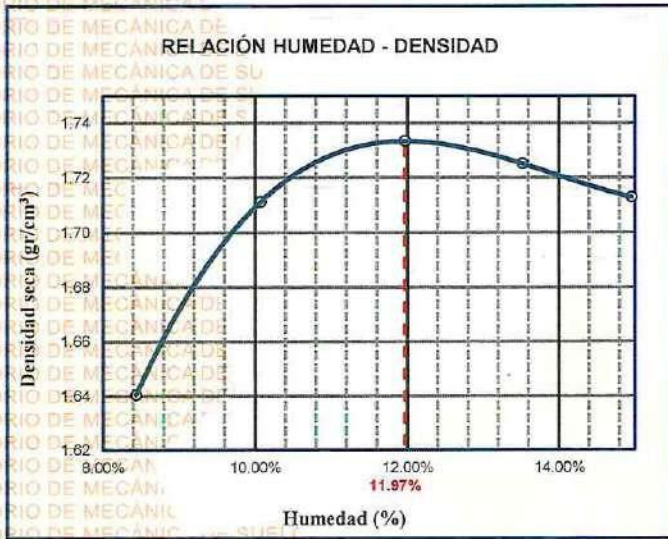
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAL - INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres



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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.733
UBICACIÓN :	ACHAYA - ARAPA	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.97%
MUESTRA :	CALICATA 1 - MUESTRA 1 + MASCARILLA QUIRURGICA 1%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 15.16
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 12.23
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-2
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.I.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mtr. Arnaldo Yana Torres
E.I.P. 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
SOLICITANTE	: Bach. ROYER QUISPE PAREDES
UBICACIÓN	: ACHAYA - ARAPA
MUESTRA	: CALICATA 2 - MUESTRA 2 + MASCARILLA QUIRURGICA 1%
FECHA	: 19 DE JUNIO DEL 2024

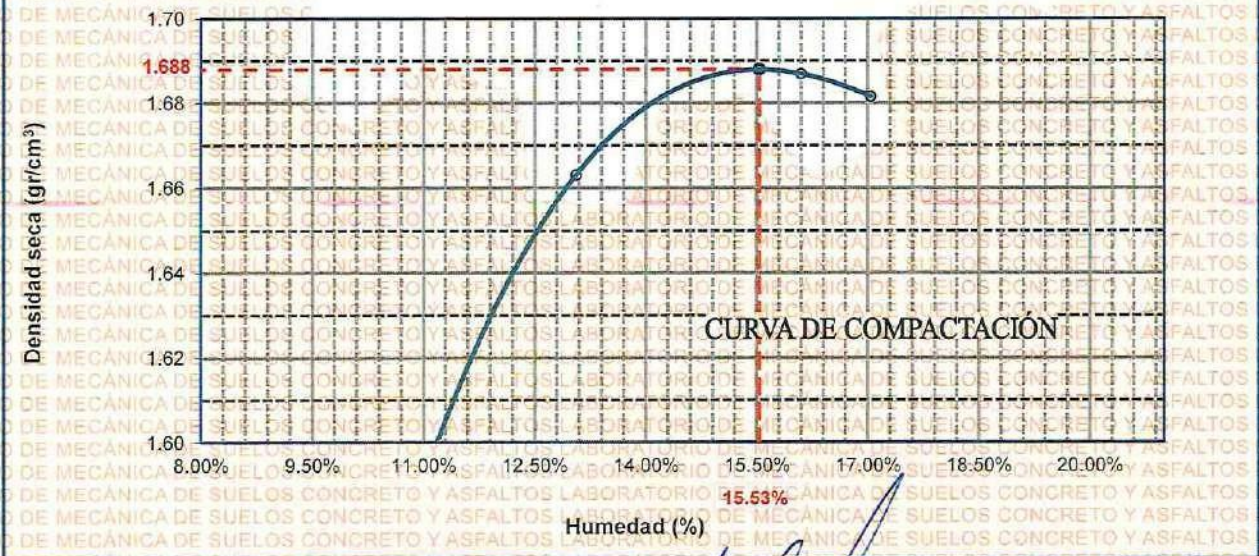
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 935 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	5281	5377	5459	5450
Peso del Molde	gr.	3618	3618	3618	3618
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1663	1759	1841	1832
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.778	1.880	1.968	1.958

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	224.51	195.88	224.51	179.00	247.41	279.15	254.61	214.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	206.15	180.00	203.00	163.00	216.15	239.00	225.00	199.02
Peso del Agua	gr.	18.36	15.88	21.51	16.00	31.26	40.15	29.61	25.87
Peso de la Capsula	gr.	41.75	37.78	40.12	39.15	26.10	11.30	25.51	39.95
Peso del Suelo Seco	gr.	154.40	142.22	162.88	123.85	190.05	227.70	199.49	149.07
% de Humedad	%	11.17%	11.17%	13.21%	12.92%	16.45%	17.63%	14.84%	17.35%
Promedio de Humedad	%	11.17%		13.06%		17.04%		16.10%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.599		1.863		1.681		1.687	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.688 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 15.53%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

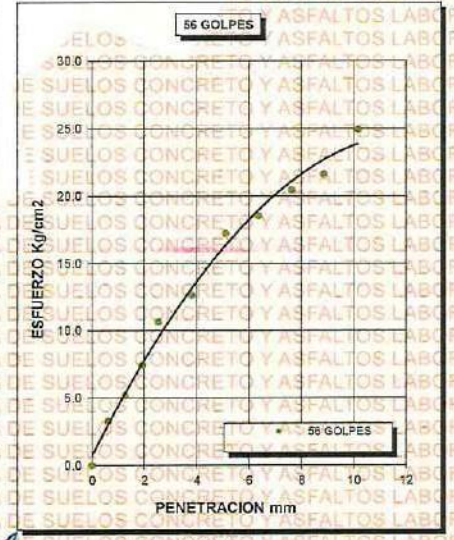
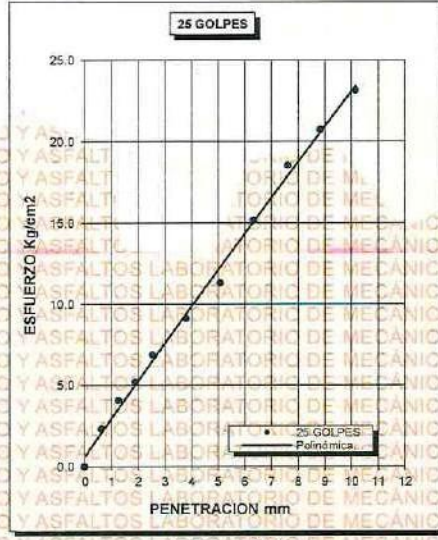
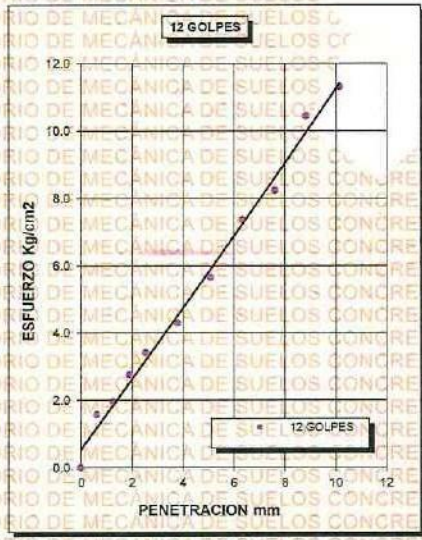
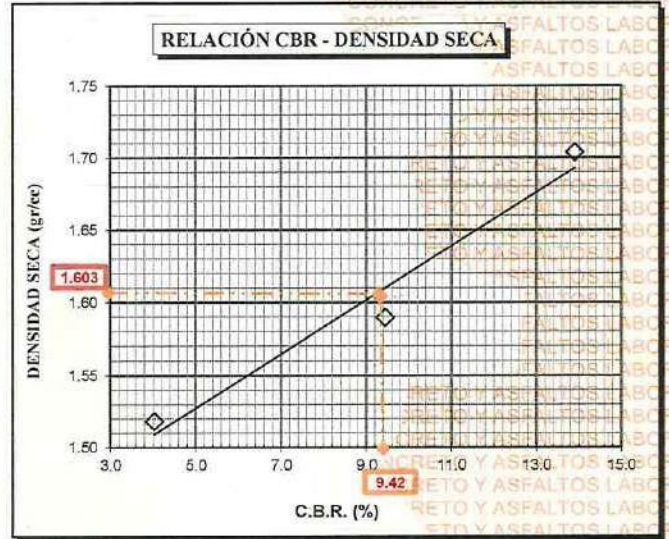
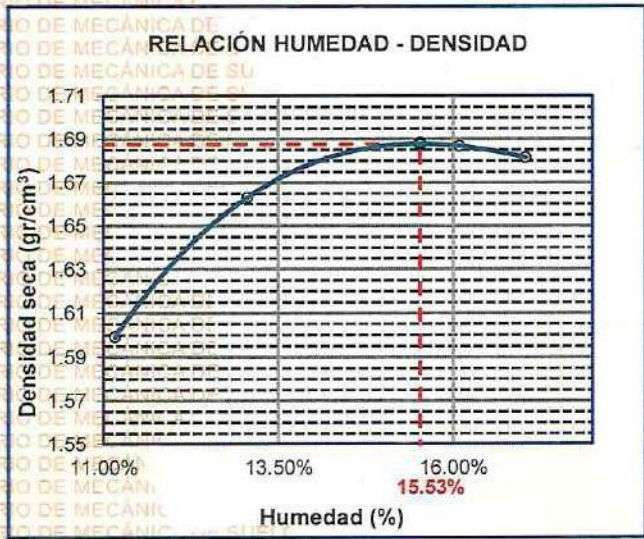
Dr. Ana de Yana Torres
 JUN 20 2024



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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1.688
UBICACIÓN :	ACHAYA - ARAPA	HUMEDAD OPTIMA (%)	15.5%
MUESTRA :	CALICATA 2 - MUESTRA 2 + MASCARILLA QUIRURGICA 1%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	13.91
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	9.42
		CLASIFICACIÓN :	CL
		AASHTO :	A-2
		EMBEBIDO :	4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Matr. Arvaldo Yana Torres



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024.
SOLICITANTE : BACH. ROYER QUISPE PAREDES
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 1 - MUESTRA 1 + PLASTICO RECICLADO 2%
FECHA : 19 DE JUNIO DEL 2024

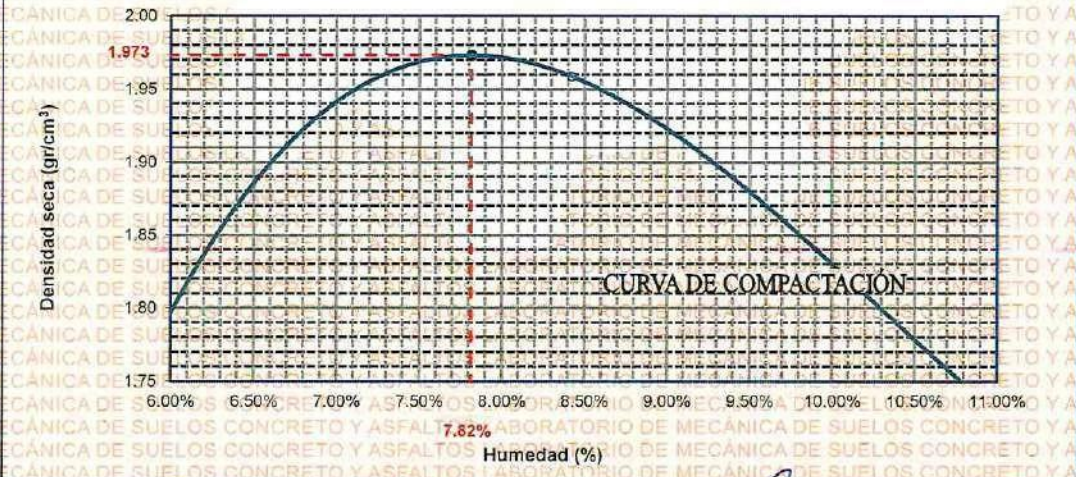
MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2104 cm ³
NO DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	9966	10450	10202	9897
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3984	4468	4220	3915
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.894	2.124	2.006	1.861

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	423.65	413.82	442.21	424.11	436.95	415.25	410.62	389.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	403.26	394.14	412.95	398.05	401.53	384.62	366.85	362.54
Peso del Agua	gr.	20.39	19.48	29.26	26.06	35.42	30.63	43.77	26.82
Peso de la Capsula	gr.	62.77	65.35	64.45	63.95	65.68	65.99	67.48	66.28
Peso del Suelo Seco	gr.	340.49	328.79	348.50	332.10	335.85	318.63	299.37	296.26
% de Humedad	%	5.99%	5.92%	8.40%	8.45%	10.55%	9.61%	14.62%	9.05%
Promedio de Humedad	%	5.96%		8.42%		10.08%		11.84%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.787		1.959		1.822		1.664	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.973 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	7.82%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

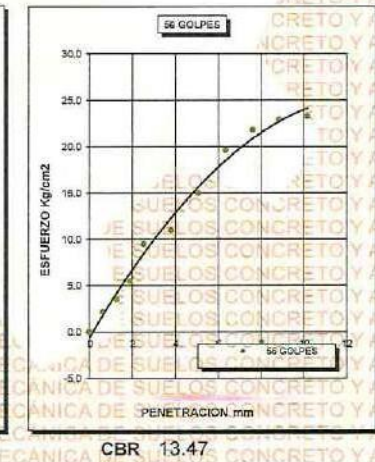
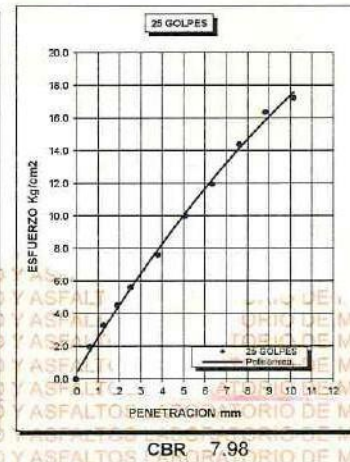
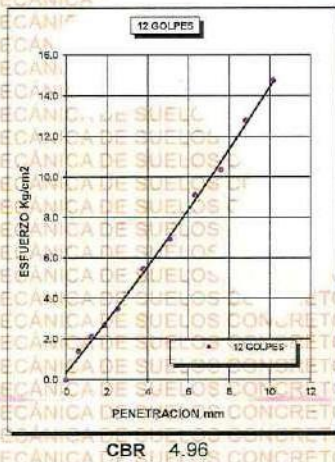
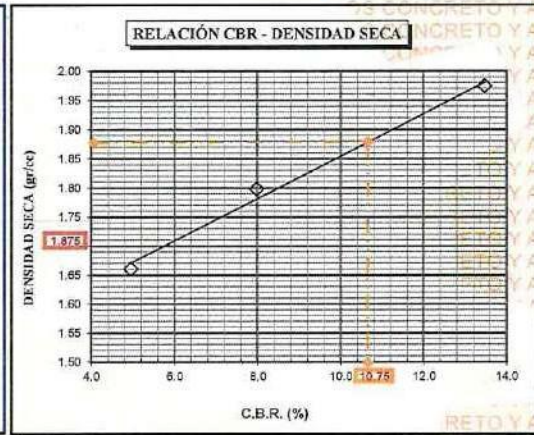
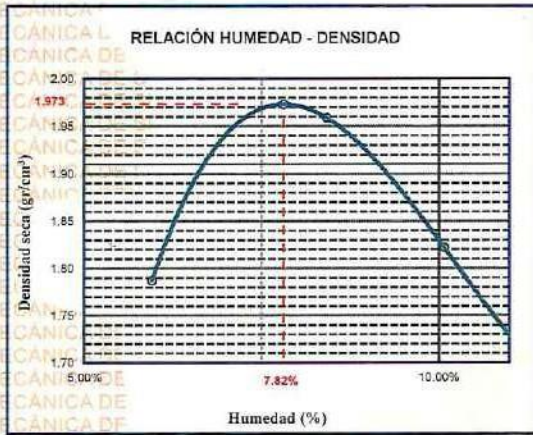
Mgtr. Arnoldo Yano Torres
CIP 107257



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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS REICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) 1.973
LUGAR :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS	HUMEDAD OPTIMA (%) 7.82%
MUESTRA :	CALICATA 1 - MUESTRA 1 + PLASTICO RECICLADO 2%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 13.47
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 10.75
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-2
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A.
JULIACA - PERÚ

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.I. 103257



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024		
SOLICITANTE	Bach. ROYER QUISPE PAREDES		
LUGAR	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS		
MUESTRA	CALICATA 2 - MUESTRA 2 + PLASTICO RECICLADO 2%		
FECHA	19 DE JUNIO DEL 2024		

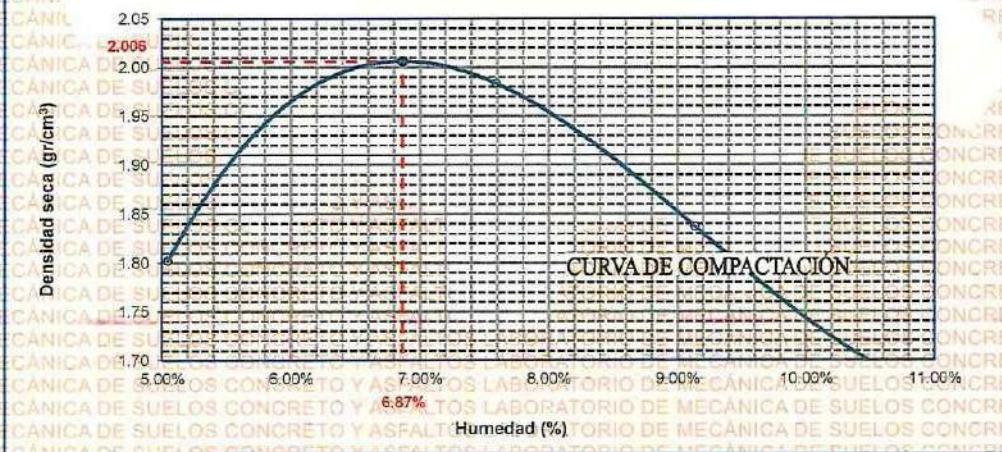
MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2103 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	9963	10470	10199	9894
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3981	4488	4217	3912
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.893	2.134	2.005	1.850

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	422.85	412.62	441.21	423.12	435.96	414.25	409.62	388.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	405.26	395.14	414.95	397.62	403.53	386.62	368.85	364.52
Peso del Agua	gr.	17.39	16.48	26.26	25.50	32.43	27.63	40.77	23.84
Peso de la Capsula	gr.	63.77	66.36	65.45	64.95	66.68	66.99	68.48	67.28
Peso del Suelo Seco	gr.	341.49	329.78	349.50	332.67	336.85	319.63	300.37	297.24
% de Humedad	%	5.09%	5.00%	7.51%	7.67%	9.63%	8.64%	13.57%	8.02%
Promedio de Humedad	%	5.04%		7.59%		9.14%		10.80%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.802		1.984		1.837		1.679	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.006 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	6.9%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



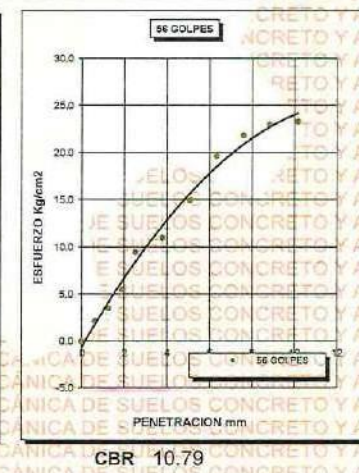
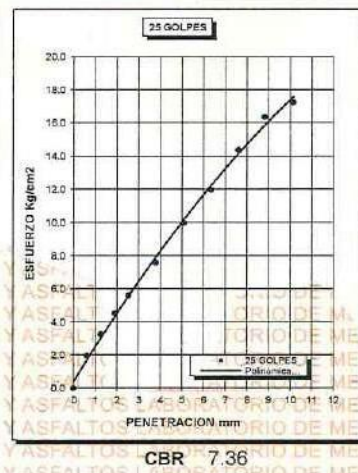
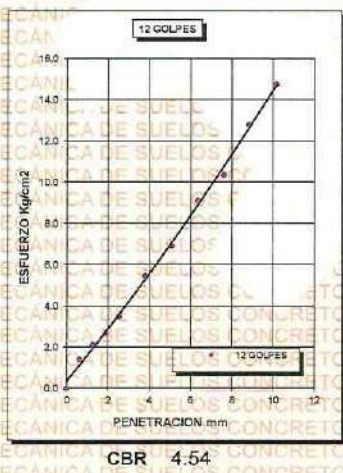
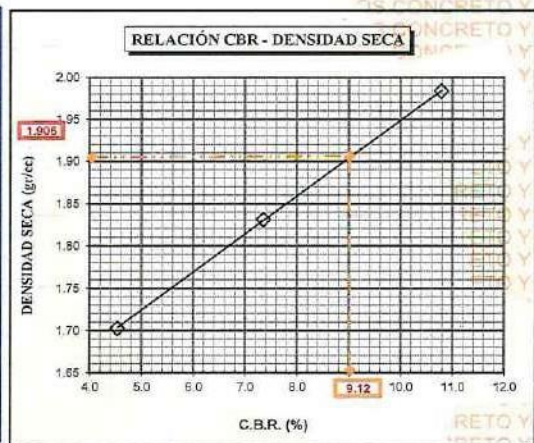
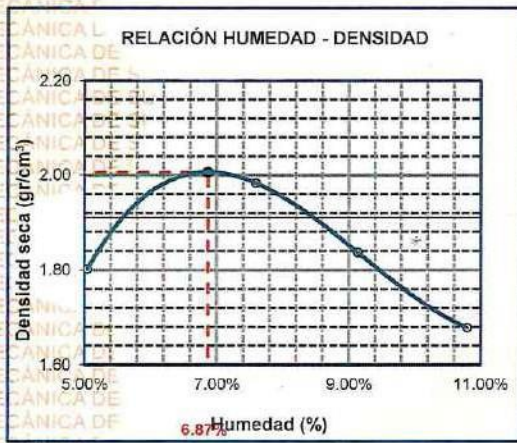
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECIKLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.006
LUGAR :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS	HUMEDAD OPTIMA (%)	6.9%
MUESTRA :	CALICATA 2 - MUESTRA 2 + PLASTICO RECICLADO 2%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	10.79
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	9.12
		CLASIFICACIÓN :	CL
		AASHTO :	A-2
		EMBEBIDO :	4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. DE FECTURA
JULIACA, PERÚ

Ugr. Arnaldo Yana Torres
CIF: 103257



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASGARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

SOLICITANTE: Bach. ROYER QUISPE PAREDES

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 1 - MUESTRA 1 + PLÁSTICO RECICLADO 4%

FECHA: 19 DE JUNIO DEL 2024

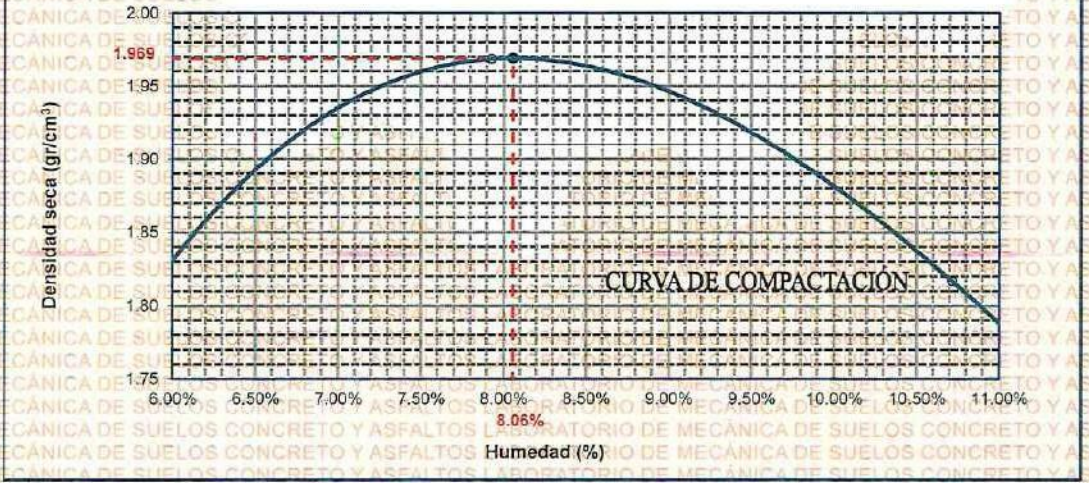
MOLDE No.	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2103 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	9962	10448	10210	9896
Peso del Molde	gr.	5980	5980	5980	5980
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3982	4468	4230	3916
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.893	2.125	2.011	1.862

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	422.55	412.44	440.33	420.67	435.06	418.65	410.78	390.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	402.65	393.95	411.07	395.05	400.25	383.62	365.87	352.95
Peso del Agua	gr.	19.90	18.49	29.26	24.62	34.81	35.03	44.91	27.70
Peso de la Capsula	gr.	62.77	65.35	64.45	63.95	65.66	65.99	67.48	66.28
Peso del Suelo Seco	gr.	339.88	328.60	346.62	332.10	334.57	317.63	298.39	296.67
% de Humedad	%	5.85%	5.63%	8.44%	7.41%	10.40%	11.03%	15.05%	9.34%
Promedio de Humedad	%	5.74%		7.93%		10.72%		12.19%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.791		1.969		1.817		1.660	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.969 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	8.06%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.P. INGENIERÍA CIVIL

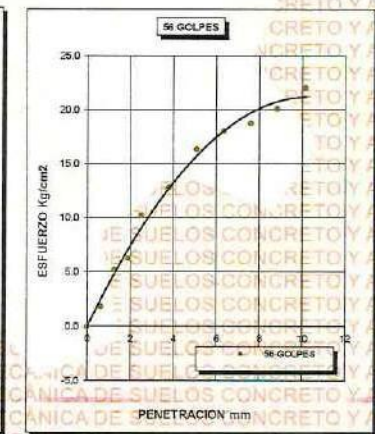
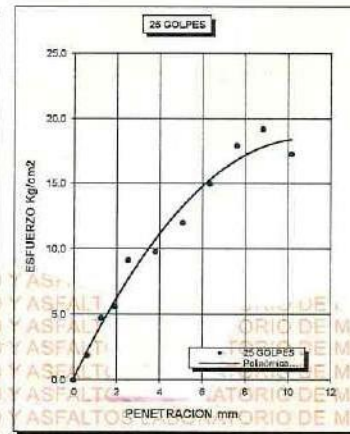
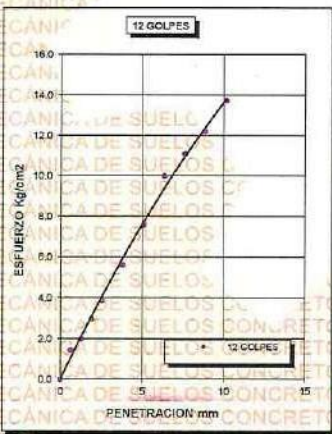
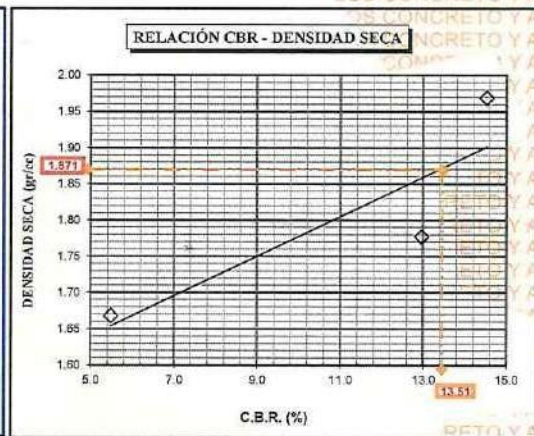
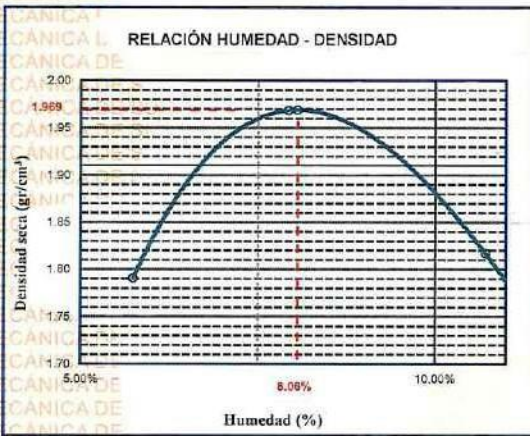
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103325Z



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 INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1.969
LUGAR :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.06%
MUESTRA :	CALICATA 1 - MUESTRA 1 + PLASTICO RECICLADO 4%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	14.52
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	13.51
		CLASIFICACIÓN :	CL
		AASHTO :	A-2
		EMBEDIDO :	4 DÍAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Armando Yana Torres
C.I. 103257



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024
SOLICITANTE	: Bach. ROYER QUISPE PAREDES
LUGAR	: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA	: CALICATA 2 - MUESTRA 2 + PLASTICO RECICLADO 4%
FECHA	: 19 DE JUNIO DEL 2024

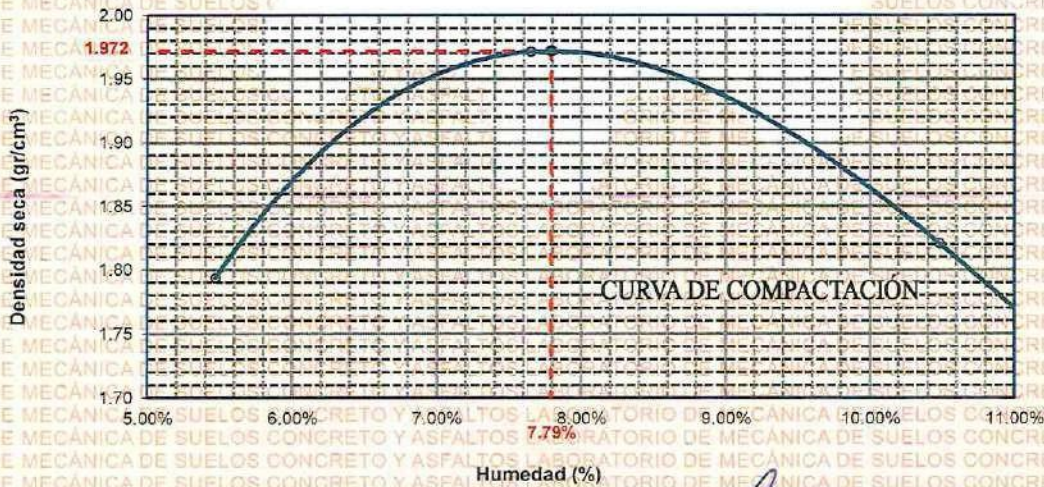
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2103 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	9960	10445	10212	9897
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3978	4463	4230	3915
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.892	2.122	2.011	1.862

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	421.55	411.52	439.85	419.33	434.55	417.55	409.98	389.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	402.85	393.95	411.07	396.05	400.25	383.82	395.87	362.35
Peso del Agua	gr.	18.90	17.57	28.58	23.28	34.30	33.93	44.11	27.30
Peso de la Capsula	gr.	63.77	66.35	65.45	64.96	66.65	65.99	68.52	68.30
Peso del Suelo Seco	gr.	338.88	327.60	345.62	331.09	333.90	317.63	297.35	294.05
% de Humedad	%	5.58%	5.36%	8.27%	7.03%	10.28%	10.68%	14.83%	9.28%
Promedio de Humedad	%	5.47%		7.65%		10.48%		12.06%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.793		1.971		1.821		1.661	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.972 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 7.8%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



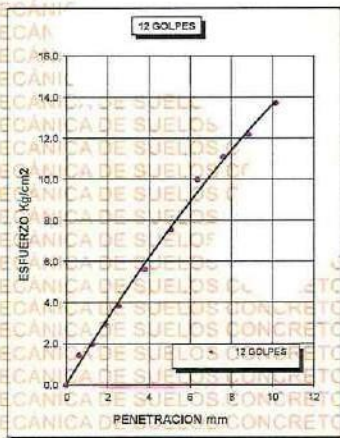
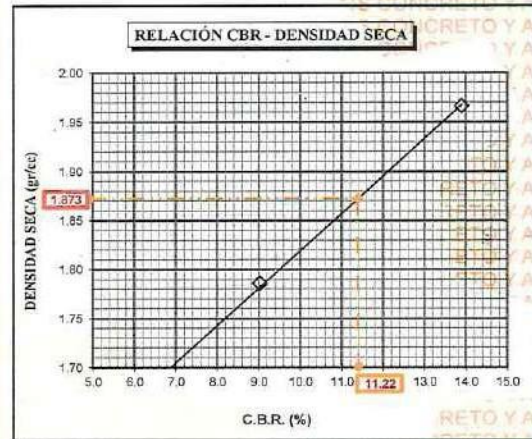
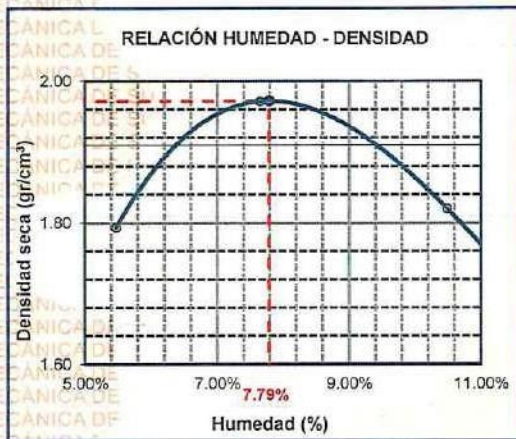
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. Arnoldo Yana Torres
C.I.F. 133257



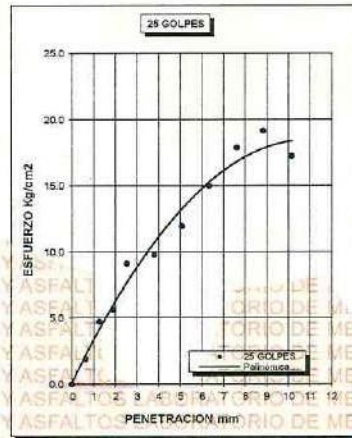
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



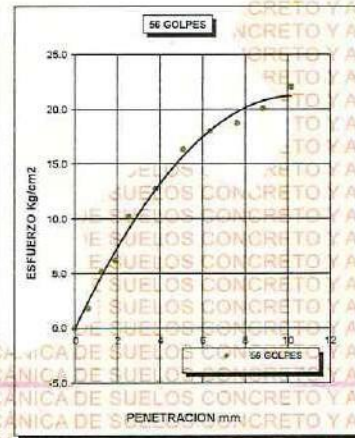
PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. ROYER QUISPE PAREDES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 1.972
LUGAR :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS	HUMEDAD OPTIMA (%) : 7.8%
MUESTRA :	CALIGATA 2 - MUESTRA 2 + PLASTICO RECICLADO 4%	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 13.90
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 11.22
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-2
		EMBEBIDO : 4 DIAS



CBR 6.11



CBR 9.03



CBR 13.90



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 08-11-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ROYER QUISPE PAREDES

Dirección: Jr. SANDIA 414 ALIANZA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73653874

Teléfono: 918 407 518 email: royerparedes98@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: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS Y

MASCARILLA QUIRÚRGICA RECICLADA SOBRE LAS PROPIEDADES DE

LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACHAYA - ARAPA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): PLÁSTICO RECICLADO, MASCARILLA QUIRÚRGICA, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRADO DE COMPACTACIÓN Y CAPACIDAD DE SOPORTE

¿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

08-11-2024

Fecha