

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Fibra de plástico pet y su influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Natividad Murillo, Ian Elliott

ASESOR: Navarro Vasquez, Llermé

HUÁNUCO – PERÚ

2026



# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73211660

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42669761

Grado/Título: Título de maestra en agronomía  
(ciencia del suelo)

Código ORCID: 0000-0003-0147-362X

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
2	Palacios Inza, Deonen Fabiola	Maestro en diseño y construcción de obras viales	73222634	0009-0000-8272-347X
3	Garcia Villegas, Karem Liliana	Maestro en ciencias agroecología, mención: gestión ambiental	42164276	0000-0003-0747-2353

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL LEONCIO PRADO

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Tingo María, siendo las 09:00 am horas del día **martes 26 de mayo de 2026**, en el Aula 301 – EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- |  |            |
|--|------------|
| • MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | PRESIDENTE |
| • MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA           | SECRETARIO |
| • MG. KAREM LILIANA GARCIA VILLEGAS          | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN Nº 0877-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2023" presentado por el (la) Bachiller **Ian Elliott, NATIVIDAD MURILLO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Bueno (Art. 47).

Siendo las 10:00 horas del día **martes 26 de mayo de 2026**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA  
DNI 73645168  
COD ORCID: 0009-0001-0745-5433

Secretario

MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA  
DNI 73222634  
COD ORCID: 0009-0000-8272-347X

Vocal

MG. KAREM LILIANA GARCIA VILLEGAS  
DNI 42164276  
COD ORCID 0000 0003-0747-2353



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO, de la investigación titulada "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2023", con asesor(a) LLERME NAVARRO VÁSQUEZ, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 169-2025-R-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 21 de abril de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

# 93. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>22%</b>	<b>21%</b>	<b>2%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>apirepositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## DEDICATORIA

Hoy culmino una de las etapas más importantes de mi vida, y lo hago con profundo orgullo y gratitud. Este logro representa no solo el resultado de mi esfuerzo y dedicación, sino también el apoyo incondicional de todas aquellas personas que formaron parte de mi proceso de formación personal y profesional.

Deseo expresar un agradecimiento muy especial a mi madre y a mi tía Liz, quienes con su amor, sacrificio y constante respaldo me brindaron la fortaleza necesaria para no rendirme y seguir adelante en cada desafío. Gracias a su guía y confianza en mí, hoy puedo alcanzar esta meta que marca el inicio de una nueva etapa en mi vida profesional.

Asimismo, dedico este logro con especial cariño a mis dos ángeles Mamiquito y Mamarosita. Aunque ya no se encuentren físicamente a mi lado, su presencia permanece viva en mi corazón. Estoy seguro de que, desde el cielo, contemplan este momento con orgullo y alegría. Sus enseñanzas, su amor y los valores que sembraron en mí han sido fundamentales en cada paso de este camino. Este logro también les pertenece, porque su legado continúa guiando mi vida.

A todas las personas que me acompañaron, apoyaron y creyeron en mí durante este proceso, les expreso mi más sincero agradecimiento. Hoy cierro una etapa con la satisfacción del deber cumplido y la firme convicción de seguir avanzando con responsabilidad, compromiso y gratitud.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco sinceramente a la Universidad de Huánuco por su cálida bienvenida y el entorno ideal que me brindó para mi desarrollo y formación profesional. También agradezco profundamente a mi mentora, la asesora Mg. Navarro Vázquez Llerme, cuyo profundo conocimiento, guía meticulosa y excepcional pericia metodológica me permitieron completar con éxito mi investigación.

Finalmente, deseo expresar mi sincera gratitud a todos los profesores que me brindaron una guía minuciosa, apoyo y valiosos consejos a lo largo de mis estudios. Gracias por ser mis mentores, amigos y modelos a seguir.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	15
1.3. OBJETIVOS .....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1. ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELO ARCILLOSO .....	25

2.2.2. FIBRA DE PLÁSTICO PET .....	30
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	33
2.4. HIPÓTESIS .....	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	35
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	35
2.5. VARIABLES.....	36
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	36
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	36
CAPÍTULO III .....	38
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	38
3.1.1. ENFOQUE .....	38
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	38
3.1.3. DISEÑO .....	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.2.1. POBLACIÓN .....	39
3.2.2. MUESTRA .....	40
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	40
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
3.3.2. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	41
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS.....	42
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	42
4.1.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1.....	42
4.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2.....	43
4.1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3.....	44
4.1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 4.....	45
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	53
CAPÍTULO V.....	57
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	57

CONCLUSIONES .....	62
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de calicatas para evaluación de suelos .....	26
Tabla 2 Clasificación de suelos según su granulometría .....	27
Tabla 3 Clasificación del suelo según su plasticidad .....	28
Tabla 4 Clasificación de suelos según equivalente de arena .....	29
Tabla 5 Categorías de la subrasante .....	29
Tabla 6 Operacionalización de la variable dependiente.....	36
Tabla 7 Operacionalización de la variable independiente.....	37
Tabla 8 Propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari .....	42
Tabla 9 Propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari .....	43
Tabla 10 Características físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari .....	44
Tabla 11 Porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari.....	45
Tabla 12 Prueba de normalidad.....	53
Tabla 13 Contrastación de la hipótesis general .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Factores para seleccionar el método de estabilización .....	25
Figura 2 Calicata 1 reacción de los golpes con el 2% de fibra de plástico PET .....	47
Figura 3 Calicata 1 en reacción de los golpes con el 4% de fibra de plástico PET .....	48
Figura 4 Calicata 1 del tramo 3 en reacción de los golpes con el 6% del plástico PET .....	49
Figura 5 Calicata 2 en reacción de los golpes con el 2% de fibra de plástico PET .....	50
Figura 6 Calicata 2 en reacción de los golpes con el 4% de fibra de plástico PET .....	51
Figura 7 Calicata 2 en reacción de los golpes con el 6% de fibras de plástico PET .....	52

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como título: Fibra de plástico PET y su influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, la cual tuvo como objetivo general incorporar fibra de plástico PET para determinar la influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari. Se desarrolló con la metodología de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, así mismo conto con nivel explicativo- descriptivo y diseño experimental. La población estuvo conformada por los diversos suelos en un tramo de 1 km de la carretera de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, muestra de estudio fueron ocho calicatas (dos calicatas de estudio natural, seis calicatas con porcentajes de adición de PET) para la obtención de sus muestras de suelos. La técnica para la recolección de datos fue la observación directa, y el instrumento de igual manera. Se obtuvo como resultado que las propiedades físicas del suelo presentan un alto nivel de plasticidad. Las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, se encuentra ubicada en la categoría subrasante pobre (S1). Concluyendo que al incorporar las fibras de plástico PET demuestra un impacto significativo en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari.

**Palabra claves:** Arcilla, calicata, propiedades físico-mecánicas, porcentaje de adición, polietileno tereftalato.

## ABSTRACT

The present investigation was entitled: PET plastic fiber and its influence on subgrade stabilization in clayey soils of the Inkari locality, Naranjillo district, Leoncio Prado province, 2023, which had as general objective to incorporate PET plastic fiber to determine the influence on subgrade stabilization in clayey soils of the Inkari locality. It was developed with the applied type methodology, with a quantitative approach, likewise it had an explanatory-descriptive level and experimental design. The population was made up of the various soils in a 1 km stretch of the road of the Inkari locality, Naranjillo district, Leoncio Prado province, The study sample was eight pits (two natural study pits, six pits with percentages of PET addition) to obtain their soil samples. The technique for data collection was direct observation, and the instrument was the same. The result was that the physical properties of the soil present a high level of plasticity. The mechanical properties of the clay soil in its natural state in the Inkari locality are located in the poor subgrade category (S1). Concluding that the incorporation of PET plastic fibers shows a significant impact on the stabilization of the subgrade in clayey soils of the Inkari locality.

**Keywords:** Clay, limestone, physical mechanical properties, percentage of addition, polyethylene terephthalate.

## INTRODUCCIÓN

La industria del plástico en Perú está en expansión y produce una gran cantidad de desechos anualmente. Se ha encontrado que la mayor parte de los residuos corresponde a materiales orgánicos, que constituyen el 26.51%, mientras que los plásticos representan el 18.18% del total de residuos analizados. Dentro de los plásticos, el PEBD (polietileno de baja densidad) es el más común, con un 10.99%, seguido por el PP con un 2.97% y el PET (Polietileno Tereftalato) con un 2.45% (Ccorimanya, 2016).

En el ámbito de las alternativas disponibles para la estabilización de suelos a nivel de subrasante, el reemplazo de material ha sido históricamente considerado como una práctica tradicional. Sin embargo, resulta fundamental explorar y aprovechar enfoques innovadores que permitan mejorar las propiedades de los suelos mediante tratamientos químicos, mecánicos y/o físicos. Estos métodos no solo optimizan las características estructurales del suelo, sino que también logran un notable incremento en su resistencia mecánica gracias a la incorporación de materiales o aditivos específicos. Es importante destacar que estos procesos cuentan con parámetros de diseño técnicamente establecidos, diseñados para garantizar la efectividad de las mejoras en función de las necesarias (Basante et al., 2020).

En base a lo manifestado para la elaboración de esta investigación, se procuró explorar nuevas opciones con la finalidad de fortalecer los suelos. Algunos de los son ubicados en la zona de estudio como es la localidad de Inkari por poseer características de bajos índices de resistencia, se intentó optimizar las características mecánicas del suelo y a su vez mejorar su rendimiento como soporte para vehículos en una carretera. Al mismo tiempo, se intentó disminuir la polución de los PET, con el fin de fomentar la preservación del medio ambiente. Por lo que se llega al problema general ¿De qué manera la incorporación de fibra de plástico PET influye en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?, demostrando en la presentación de este trabajo de investigación en los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Análisis del problema a nivel internacional, nacional y regional. Este capítulo define el problema, describe los objetivos generales y específicos, explora la justificación de la investigación y describe sus limitaciones.

Capítulo 2: Marco teórico. Este capítulo proporciona información general en tres niveles: el fundamento teórico (variables, dimensiones, indicadores) y las definiciones de los conceptos clave. Además, se analizan las hipótesis generales y específicos, las variables y sus aplicaciones.

Capítulo 3: Metodología de la investigación. Este capítulo define la población de estudio y la muestra para la recolección de datos.

Capítulo 4: Resultados descriptivos. Este capítulo presenta tablas, figuras y notas explicativas.

Capítulo 5: Discusión de los resultados. Este capítulo analiza los resultados de la investigación a partir de datos descriptivos e interpretativos y la información general presentada en el marco teórico. Finalmente, incluye conclusiones, recomendaciones, referencias y apéndices relevantes.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el transcurso de los últimos años, se ha evidenciado una aceleración en el desarrollo urbano, existiendo muchos más proyectos de construcción de carreteras entre ciudades, sin embargo, suelos en condiciones desfavorables, ampliamente distribuido a nivel internacional. En la construcción de subrasante en áreas de amplia distribución de suelo, se considera un problema crítico ingenieril (Yuan y He, 2022).

Asimismo, Mosa et al. (2017) afirman que, la construcción de las capas de pavimentos como estructura sobre una subrasante con propiedades adecuadas y excelentes condiciones logra la reducción del espesor de capas, por ende, reducción de los costos iniciales y del mantenimiento de las mismas infraestructuras. Sin embargo, ante una subrasante deficiente se considera inevitable la construcción de estas mismas, por lo que, se requiere realizar procedimientos de estabilización o mejoras de las propiedades de la subrasante con aditivos para obtener una condición favorable.

La existencia de una infraestructura como un pavimento requiere de un suelo a nivel de subrasante suficientemente resistente debido a su densidad del tráfico, las propiedades de este suelo deben ser las adecuadas y directamente aptos para la construcción, sin embargo, existen suelos pobres con un valor de California Bearing Ratio (CBR) menor al 2%, lo que deben ser reemplazados por un suelo con óptima condición, este tipo de suelos marginales conocidos como suelos arcillosos, son aquellos que a menudo presentan características indeseables como su baja resistencia de CBR (Praveen et al., 2021).

Por lo que, la técnica de refuerzo de un suelo se llega adoptar de forma amplia en áreas específicas de construcción, en la que, el suelo requiere mejoras, por ello, se requiere analizar el material de refuerzo ampliamente utilizado en el campo de la construcción como geosintéticos u otros

materiales aditivos, para así mejorar la capacidad de carga en suelos débiles con diversas geomallas que se ha llevado a cabo para construcción de infraestructuras como carreteras no pavimentadas como carreteras pavimentadas (Balamaheswari et. al, 2021).

Dentro de las diversas alternativas de estabilización de suelos a nivel de subrasante se considera tradicional el reemplazo de material, sin embargo, existe la posibilidad del mejoramiento de estos suelos mediante tratamientos químicos, mecánicos y/o físicos, con la finalidad de aportar características estructurales con el incremento de materiales o aditivos, las cuales cuentan con parámetros de diseño establecidos, enfocados específicamente en la mejora de la resistencia mecánica del suelo (Basante et al., 2020).

Asimismo, existen alternativas de estabilización de suelo mediante la adición de bolsas de polietileno fundido, siendo una opción eficiente y sostenible por tratarse de un material aditivo residuo utilizado para la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo de tipo arcilloso a nivel de subrasante, logrando así la estabilización de suelos (Linares y Aguilar, 2020).

Mientras que, Ospina et al. (2019) afirman que, la subrasante en una vía se considera una parte fundamental de una infraestructura, de tal forma, que en caso esta misma llega a colapsar, la estructura del pavimento también lo hará. Por lo tanto, se establece que la calidad del suelo depende de su capacidad para soportar o resistir la deformación por esfuerzo cortante, teniendo en cuenta las cargas generadas por el tránsito. Asimismo, ante una subrasante mejorada, genera que las propiedades mecánicas del pavimento sean mejores en cuanto a sus esfuerzos, agrietamientos y desplazamientos.

La subrasante de suelos arcillosos tiende a sufrir deformaciones plásticas y a acumular agua, lo que resulta en un aumento de la plasticidad y una disminución de la capacidad portante. Este fenómeno causa agrietamiento y hundimiento en las vías, lo que no solo afecta la movilidad, sino que también incrementa los costos de mantenimiento y reparación. Además, la escasa infraestructura de drenaje contribuye a la saturación del suelo, exacerbando los problemas de estabilidad (Escobar et al., 2020).

La localidad de Inkari, situada en el distrito de Naranjillo, en la provincia de Leoncio Prado, enfrenta serios desafíos relacionados con la infraestructura vial y la estabilidad del suelo. El suelo predominante en la región es arcilloso, caracterizado por su alta plasticidad y susceptibilidad a la deformación bajo cargas, lo que genera problemas de estabilidad en la subrasante de caminos y carreteras. La degradación de estas vías impacta negativamente en el transporte, la economía local y el acceso a servicios básicos.

Hoy en día el uso de materiales convencionales para la estabilización del suelo, como cal y cemento, tiene un impacto ambiental significativo, además de ser costoso y difícil de implementar en zonas rurales. La problemática se agrava con el incremento de residuos plásticos, como el PET, que generan contaminación y problemas de gestión de desechos en la localidad. Por lo tanto, es esencial encontrar soluciones innovadoras que no solo resuelvan el problema de estabilidad del suelo, sino que también contribuyan a la sostenibilidad ambiental. Ante lo manifestado es de vital importancia la ejecución de la presente investigación para dar como alternativa viable y ambiental al uso de materiales que no generen contaminación y a la vez brinden solución a la problemática en estudio de la zona de Inkari.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

**PG:** ¿De qué manera la incorporación de fibra de plástico PET influye en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

**PE1:** ¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

**PE2:** ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

**PE3:** ¿Cuáles son las características físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

**PE4:** ¿Cuál será el porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

**OG:** Incorporar fibra de plástico PET para determinar la influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**OE1:** Determinar las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

**OE2:** Determinar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

**OE3:** Calcular las características físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

**OE4:** Determinar el porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se consideró de suma relevancia, bajo un enfoque técnico, esta propuesta tuvo como finalidad innovar en una nueva

técnica de estabilización de suelos arcillosos, al presentar condiciones desfavorables específicamente por su baja resistencia, de esta manera se buscó así una opción viable de estabilización para incrementar la capacidad portante de este material, es decir, lograr un mejoramiento de propiedades mecánicas del suelo que generó un incremento de la vida útil de una infraestructura (Moreno, 2024).

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La presente investigación se justificó teóricamente al abordar la problemática de la estabilización de suelos arcillosos, que son comúnmente inadecuados para la construcción debido a su baja resistencia y alta plasticidad. Al incorporar fibra de plástico PET como aditivo, se buscó no solo mejorar las propiedades mecánicas del suelo, sino también ofrecer una solución sostenible que contribuya a la reducción de residuos plásticos. Esta alternativa no solo minimizó el impacto ambiental asociado con el uso de materiales convencionales como cal y cemento, sino que también fomentó la reutilización de recursos, alineándose con los principios de la economía circular y la sostenibilidad en la ingeniería civil.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Esta investigación tiene un impacto positivo con la finalidad de reducir costos en la construcción y mantenimiento de vías, facilitando el acceso de comunidades a mercados, servicios y oportunidades de desarrollo. La mejora en la infraestructura vial puede potenciar la economía local, generar empleo y mejorar la calidad de vida de los habitantes de Inkari.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La característica principal de este estudio radica en su metodología rigurosa y en el uso de técnicas experimentales para evaluar y comparar las propiedades de los materiales. Además, los datos recopilados permiten identificar las ventajas y desventajas de añadir fibras de

tereftalato de polietileno (PET), garantizando que la decisión final se base en resultados objetivos y relevantes para las condiciones locales.

### 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación consideró como limitaciones a las siguientes, tanto conceptual, económica, temporal:

- **Limitación conceptual:** En esta investigación se le consideró como limitación a solo centrarse y enfocarse en lograr la estabilización de subrasante, por lo que, esto fue demostrado mediante el ensayo de CBR para las muestras de suelo, donde se buscó obtener el mínimo valor para ser considerado óptimo o bueno para la construcción, para ello, se necesitó tener como guía al Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **Limitación económica:** Debido a la evaluación de mayores muestras de suelo, se consideró como limitación a las dosificaciones o porcentajes de adición del material (fibra de plástico PET) en muestras de suelo arcilloso. Asimismo, no se realizaron otros ensayos no especificados, debido al costo elevado que presentan estos mismos, solo se considera la obtención de las propiedades de mayor relevancia del suelo arcilloso en su estado natural como modificado.
- **Limitación temporal:** Debido al corto tiempo de la ejecución no sé esta investigación estará basada aproximadamente de manera integral en solo 4 meses siendo por lo cual un corto tiempo para su ejecución, pero no imposible para su realización.

### 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Su viabilidad fue alta, dado que se fundamentó en un enfoque experimental que permitió obtener resultados aplicables en el contexto local de Inkari, donde los desafíos de infraestructura fueron evidentes. La utilización de PET, un material reciclable, representando una solución accesible que puede ser implementada en proyectos de construcción en áreas rurales. Además, la metodología propuesta incluye la recolección de datos cuantitativos, lo que garantizó que las conclusiones obtenidas son relevantes

y aplicables, contribuyendo así al desarrollo de infraestructuras más resilientes y sostenibles en la región.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Murillo (2024) en su investigación: Evaluación de la gestión de proyecto de polímeros reciclados y su uso para el mejoramiento de suelos arcillosos de alta plasticidad. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de la gestión y utilización de polímeros reciclados en la mejora de la plasticidad de la arcilla. Se empleó un enfoque exploratorio. Los resultados mostraron que la adición de un 1,5 % de polímero reciclado al suelo incrementó la resistencia a la compresión de polímeros de 3 cm de longitud en un 38 % y la de polímeros de 5 cm de longitud en un 51 %. Los polímeros se consideran uno de los mayores problemas ambientales del mundo, ya que tardan cientos de años en descomponerse. La mayoría de estos materiales no se reciclan, sino que se acumulan en ríos, costas, bosques y otros entornos naturales, impactando negativamente en los ecosistemas naturales.

Olaya (2021) en su tesis titulado Revisión teórica del mejoramiento de suelos arcillosos complejos en Colombia mediante el uso de materiales reciclados. Tuvo como objetivo el realizar una revisión científica y teórica relacionada al mejoramiento de suelos mediante el uso de materiales reciclados en Colombia, mediante una metodología descriptiva, tipo revisión sistemática y un diseño no experimental. Utilizando cuestionario y encuesta. Obtuvo como resultados del estudio, arcillas como cualquier sedimento o depósito mineral, el cual presentó partículas con tamaño menor a los 0.002mm y 0.005mm, sin embargo, este material presenta una baja permeabilidad, infiltración de agua, así como que son consideradas como un catalizador en formación de óptimas estructuras debido a la retención de nutrientes altas. Asimismo, fue identificado cada uno de los materiales empleados son efectivos para

lograr la mejora de las propiedades de suelos, en el caso de las fibras de plástico, las propiedades mecánicas presentaron una variación en función a su longitud y porcentaje. Finalmente, concluyo que, a mayor longitud de estas fibras de plástico, y cuando más homogéneas sean estas como material aditivo en suelos finos, asimismo también obtuvo mejores propiedades mecánicas, reduciendo también su índice de plasticidad, al igual que su índice de hinchamiento mejorando la compactación y resistencia, logrando así obtener estructuras con mayor resistencia, teniendo en consideración los diferentes porcentajes.

Celi (2021) en su investigación titulado Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Este estudio tuvo como objetivo estabilizar matrices granulares mediante la adición de partículas finas de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE). El método consistió en un experimento de estabilización de una sola capa de la matriz de suelo granular. La matriz resultante contenía partículas gruesas como cenizas volantes. Al añadir estas partículas finas a la matriz natural, su estabilidad aumentó un 6,9%, alcanzando el 57%. Finalmente, se investigaron los efectos de diferentes cantidades de adición de partículas (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%) sobre la densidad seca máxima, el contenido de humedad ideal y la capacidad portante de California (CBR), y se determinó el valor de estabilización óptimo para cada muestra. El estudio encontró que cuanto menor es el valor de CBR de la matriz estabilizada con estas partículas finas, menor es el espesor de capa requerido para pavimentos flexibles.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Ayala (2023) en su estudio titulado: Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso con adición de ceniza de cabuya y fibras PET en el tramo Socos – Yanayacu, Ayacucho. Este estudio tuvo como objetivo dilucidar los efectos de la adición de fibras de Kapiia gris y tereftalato de polietileno (PET) en la mejora de las propiedades de las capas de suelo arcilloso. Se empleó una combinación de métodos de muestreo y

experimentales. Se recolectaron muestras de suelo de la capa superficial de un tramo de 3 kilómetros entre Socos y Yanayacu. Los resultados mostraron que la adición de fibras de cabuya gris y PET mejoró significativamente la cohesión del suelo. La densidad seca máxima del suelo superó los 2000 g/cm<sup>3</sup>, y el contenido de humedad ideal disminuyó en algunas parcelas de prueba. Este estudio concluye que la adición de fibras de cabuya gris y PET mejoró significativamente las propiedades de las capas de suelo arcilloso en el tramo Ayacucho Socos-Yanayacu.

Moreno (2024) en su estudio titulado: Estabilización de suelos arcillosos adicionando poliestireno de alto impacto reciclado para trocha carrozable del Centro Poblado de Uros Chulluni, Puno, 2023. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto potencial del poliestireno de alto impacto (HIPS) reciclado en la estabilización de suelos arcillosos a lo largo de un camino que conduce a la aldea de Uros Chulluni. Se emplearon métodos interpretativos y experimentales. Los resultados mostraron que la adición de 1% y 2% de HIPS mejoró significativamente la capacidad portante del suelo, en un 7% y un 10%, respectivamente. Para lograr los objetivos iniciales del estudio, el HIPS se obtuvo de una planta de valorización energética de residuos en Jura, provincia de Arequipa. Este material se utilizó para pruebas de laboratorio y se empleará en 2023 para estabilizar el camino que conduce a la aldea de Uros Chulluni en la provincia de Puno.

Acevedo (2023) en su estudio titulado: Efecto de la incorporación de PET reciclado y ceniza de palma en la estabilización de la subrasante arcillo. Este estudio tuvo como objetivo analizar los efectos de la adición de tereftalato de polietileno reciclado (PET) y ceniza de palma en la estabilidad de la subrasante de la carretera Huamanga Tilas. Se empleó un método experimental cuantitativo, utilizando datos de laboratorio como herramienta de medición. Los resultados mostraron que la mezcla con 1% de PET y 6% de ceniza de palma exhibió el mejor desempeño en términos de índice de plasticidad, aumentándolo en 14.00%. En la prueba de Proctor, la densidad aparente seca máxima de esta mezcla fue 95% (1.716%), y el contenido de humedad promedio óptimo fue

13.90 g/cm<sup>3</sup>. Este estudio concluye que la adición de PET reciclado y ceniza de palma puede mejorar el índice de plasticidad de la subrasante de la carretera Huamanga Tilas en Ayacucho del año 2022. El índice de plasticidad promedio del grupo de control fue 10.70%, mientras que el índice de plasticidad promedio del suelo de la mezcla de 1% de PET y 3% de ceniza de palma se determinó por las siguientes características cuando la proporción de PET y ceniza de palma fue alta.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Hilario (2024) en su investigación titulada: Estabilización de la subrasante de suelos arcillosos con polímero sintético - PET en las vías urbanas del centro poblado de Huancahuasi-distrito de Ambo-provincia de Ambo departamento de Huánuco – 2022. Este estudio tuvo como objetivo dilucidar el impacto del tereftalato de polietileno (PET), un polímero sintético, en la estabilidad del suelo arcilloso durante la construcción de carreteras en la región de Huancahuasi. Se empleó un diseño experimental transversal, combinando métodos prácticos e interpretativos. El estudio se centró en las carreteras del distrito de Ambo. Los resultados mostraron que la adición de un 6,5 % de fibra de PET a las zanjas de prueba C1, C2, C3 y C4 incrementó la capacidad portante de California (CBR) del 95 % al 149 %, 171 %, 161 % y 110 %, respectivamente. Este estudio concluye que el uso de fibra de PET para la estabilización del suelo puede mejorar la capacidad portante de las carreteras sin pavimentar y constituye un método de estabilización respetuoso con el medio ambiente.

Ramírez (2023) en su estudio titulado Estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio para mejorar sus propiedades en Supte San Jorge – provincia de Leoncio Prado, propuso como objetivo identificar el porcentaje óptimo de óxido de calcio que debe añadirse a las calles principales de su área de estudio para que el suelo estabilizado pueda servir como base para distintos tipos de pavimentos. Para determinar el porcentaje óptimo de óxido de calcio, analizó las propiedades físicas del suelo, incluyendo el contenido de humedad, la plasticidad, la resistencia

al esfuerzo cortante y la compactación del suelo natural tras ser mezclado con óxido de calcio. añadió porcentajes que oscilaban entre el 1 % y el 7 %, en incrementos del 2 %, a las muestras de suelo, permitiendo así comparar las propiedades del suelo natural con las del suelo estabilizado y observar los cambios resultantes de los ensayos. Asimismo, llevo a cabo análisis granulométricos y límites de Atterberg para clasificar el suelo arcilloso presente en Supte San Jorge, utilizando las clasificaciones SUCS y AASHTO. A través de las pruebas, logró establecer el nivel adecuado del estabilizador químico, evidenciando que el tratamiento apropiado puede mejorar las condiciones del suelo.

Avila (2021) en su investigación titulado Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco- Maramba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio-2019. Tuvo como objetivo evaluar las condiciones de la subrasante para el mejoramiento de la vía afirmada de la carretera con la adición de porcentajes de óxido de calcio, mediante una metodología descriptiva, enfoque cuantitativo con un método científico, de tipo aplicada y transversal. Obtuvo como resultado, un suelo grava arcillosa bien gradada, con la incorporación de óxido de calcio presentó una tendencia al incrementar la resistencia del suelo, garantizando una adecuada durabilidad. Asimismo, de las cuatro muestras de estudio de la calicata 1, 2, 3 y 4 alcanzó un 63%, 57.8%, 59.6% y 61.6% respectivamente, a diferencia de las mismas muestras con el incremento del 3% de óxido de calcio alcanzaron valores del 67.8%, 62.8%, 65.4% y 66.2% respectivamente, evidenciando así un incremento significativo en sus valores de su resistencia. Como conclusión tuvo un porcentaje óptimo de óxido de calcio como material aditivo fue de 3%, al obtener una resistencia mayor al igual que su máxima densidad seca, logrando así el cumplimiento de los parámetros establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

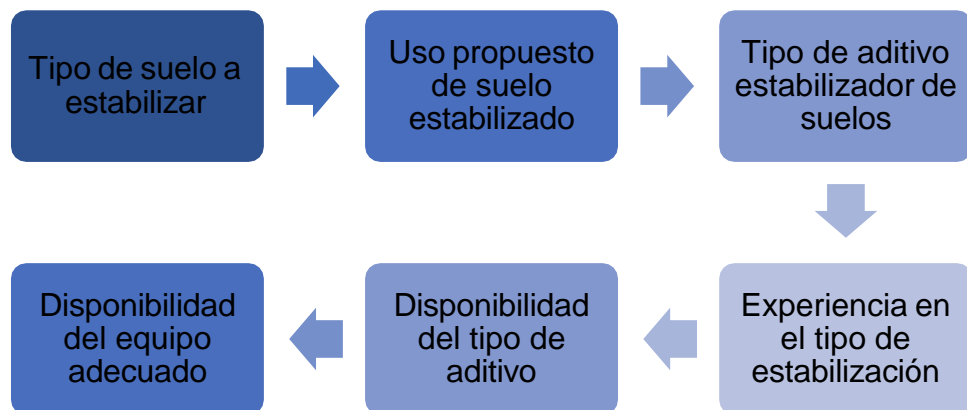
## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELO ARCILLOSO

Es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto específico, conocido como estabilizador o estabilizante. Este se mezcla homogéneamente con el suelo a tratar para curarlo según las especificaciones técnicas de cada producto (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2005). A continuación, en la Figura 1, se presentan los factores a considerar para seleccionar el método de estabilización.

**Figura 1**

*Factores para seleccionar el método de estabilización*



*Nota.* En la figura se visualizan los factores para seleccionar el método de estabilización.

*Fuente.* MTC (2014).

La caracterización de la subrasante tiene como objeto el identificar y determinar diversas características mecánicas como físicas de materiales de la subrasante llevando a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima (MTC, 2013). Por lo que, a continuación, en la Tabla 1, se especifica el número de calicatas necesarias para la exploración de suelos según diferentes condiciones.

**Tabla 1***Número de calicatas para evaluación de suelos*

<b>Tipo de carretera</b>	<b>Profundidad</b>	<b>N° mínimo de calicatas</b>
Autopistas	1.50 respecto al nivel de subrasante	Calzada 2 a 3 carriles por sentido (4 calicatas x km x sentido) Calzada 4 carriles por sentido (6 calicatas x km x sentido)
Carreteras duales o multicarril	1.50 respecto al nivel de subrasante	Calzada 2 a 3 carriles por sentido (4 calicatas x km x sentido) Calzada 4 carriles por sentido (6 calicatas x km x sentido)
Carreteras de primera clase	1.50 respecto al nivel de subrasante	4 calicatas x km
Carreteras de segunda clase	1.50 respecto al nivel de subrasante	3 calicatas x km
Carreteras de tercera clase	1.50 respecto al nivel de subrasante	2 calicatas x km
Carretera de bajo volumen	1.50 respecto al nivel de subrasante	1 calicatas x km

*Nota.* En la tabla se describe al número de calicatas para la evaluación del suelo.

*Fuente.* MTC (2013).

### 2.2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Esta sección detalla las características fundamentales que influyen en el comportamiento y la función del suelo bajo diversas condiciones ambientales. Factores como el tamaño y la proporción de partículas minerales determinan las propiedades físicas del suelo (textura, estructura, porosidad, color, etc.). Según su textura, los suelos se clasifican en tres tipos: arenosos, arcillosos y limosos. Los suelos arenosos son particularmente comunes en las riberas de muchos cursos de agua (Rucks et al., 2004).

- **Tipo de suelo:** Se refiere a la clasificación de los suelos según sus características físicas, químicas y biológicas. Los cuatro tipos de suelos se clasifican en:
  - Arenosos
  - Limos
  - Suelos francos
  - Arcillosos o barro.

Esta clasificación se basa en el tamaño de las partículas que

tiene cada tipo de suelo (Hernández et al., 2019).

- **Granulometría:** El análisis del tamaño de partícula estudia la distribución de partículas en materiales como suelo, arena, grava y minerales, y describe la distribución del tamaño de partícula en agregados (Tabla 2). Para determinar la distribución del tamaño de partícula en muestras de agregados, se utilizan tamices para separar las partículas (Hernández et al., 2019).

También esta es una propiedad que representa la distribución de tamaños que presenta el agregado mediante el tamizado según especificaciones de la normativa MTC EM 107 (MTC, 2013). Asimismo, se determina que el suelo tiene como finalidad la determinación de proporción de sus elementos diversos constituyentes según su tamaño que ha sido clasificado (MTC, 2013).

**Tabla 2**

*Clasificación de suelos según su granulometría*

<b>Tipo de material</b>	<b>Tamaño de partículas</b>
Grava	75 mm – 4.75 mm
Arena (gruesa)	4.75 mm – 2.00 mm
Arena (media)	2.00mm – 0.425mm
Arena (fina)	0.425 mm – 0.075 mm
Limo	0.075 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

*Nota.* En la tabla se detalla la clasificación de suelos de acuerdo con la granulometría.

*Fuente.* MTC (2013).

- **Contenido de humedad:** Esto indica el porcentaje de agua presente en el suelo con respecto a su masa total. También es un indicador del contenido de agua sólida, que puede expresarse en función del peso seco o húmedo (Hernández et al., 2019).
- **Índice de plasticidad (IP):** Este índice representa la capacidad

del suelo para mantener la deformación plástica tanto en condiciones secas como húmedas. Expresado como un porcentaje del peso seco de una muestra de suelo, indica el contenido de agua al cual el suelo mantiene un estado plástico (Hernández et al., 2019).

Esta es una propiedad que logra la representación de suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse (Tabla 3), por ende, la plasticidad depende de sus elementos finos (MTC, 2013). A continuación, se presenta su respectiva formula de determinación:

$$IP = LL - LP$$

IP = Índice de plasticidad.

LL = Límite líquido, cuando el suelo pasado de un estado semilíquido a uno plástico, por ende, puede moldearse.

LP = Límite plástico, cuando el suelo pasa del estado plástico a uno semisólido, por ende, se rompe.

**Tabla 3**

*Clasificación del suelo según su plasticidad*

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta plasticidad	Muy arcillosos
IP ≤ 20	Media plasticidad	Arcillosos
IP > 7 IP < 7	Baja plasticidad	Poco arcillosos
IP = 0	No plástico	Exento de arcilla

Nota. En la tabla se realiza la clasificación del suelo según su plasticidad.

Fuente. MTC (2013).

- **Equivalente de arena:** Esta característica (Tabla 4) representa la proporción relativa de polvo fino nocivo o material arcilloso en el suelo o agregado fino, teniendo en cuenta la norma MTC EM 114 (MTC, 2013).

**Tabla 4***Clasificación de suelos según equivalente de arena*

Equivalente de arena	Característica
EA > 40	Suelo no plástico, es arena.
40 > EA > 20	Suelo poco plástico, no heladizo.
EA < 20	Suelo plástico y arcilloso.

*Nota.* En la tabla se detalla la clasificación de suelos según equivalente de arena.

*Fuente.* MTC, 2013.

- **Humedad natural:** Esta es una propiedad igual o menor a la humedad óptima, considerándose como aquella magnitud expresada como la cantidad de agua en un material sólido bajo la consideración de la normativa MTC EM 108 (MTC, 2013).
- **California Bearing Ratio (CBR):** Esta es una propiedad o prueba (Tabla 5), que permite comprobar características mecánicas específicas en un suelo (MTC, 2013).

**Tabla 5***Categorías de la subrasante*

Categoría de subrasante	CBR
S <sub>0</sub>	Subrasante inadecuada CBR < 3%
S <sub>1</sub>	Subrasante pobre CBR ≥ 3% CBR < 6%
S <sub>2</sub>	Subrasante regular CBR ≥ 6% CBR < 10%
S <sub>3</sub>	Subrasante buena CBR ≥ 10% CBR < 20%
S <sub>4</sub>	Subrasante muy buena CBR ≥ 20% CBR < 30%
S <sub>5</sub>	Subrasante excelente CBR ≥ 30%

*Nota.* En la tabla se detallan las categorías de la subrasante.

*Fuente.* MTC (2013).

### 2.2.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS

Según Montejo (1998), las características mecánicas de los suelos que deben considerarse en el proceso de estabilización son las siguientes:

- **Expansión y contracción:** se refiere al aumento del volumen del suelo debido a un incremento en la humedad.

- Resistencia: es el valor máximo del esfuerzo cortante que el suelo puede soportar.
- Permeabilidad: indica la capacidad del suelo para absorber agua a través de sus poros.
- Comprensibilidad: es el grado en que el volumen del suelo se reduce bajo la presión de una carga, afectando su magnitud.

A continuación, se presentan los indicadores de las propiedades mecánicas de las propiedades mecánicas (Canales, 2008):

- **Máxima densidad seca (MDS):** Es la densidad máxima que puede alcanzar un suelo o material granular cuando se compacta de manera óptima, eliminando el máximo de poros y espacios vacíos. Se expresa en unidades de masa por unidad de volumen, generalmente en toneladas por metro cúbico ( $t/m^3$ ) o gramos por centímetro cúbico ( $g/cm^3$ ).
- **Óptimo contenido de humedad (COH):** Es el porcentaje de humedad en el suelo que permite la máxima compactación y estabilidad, minimizando la deformación y el asentamiento.
- **California Bearing Ratio (CBR):** Es una prueba de resistencia que se emplea para medir la capacidad de los suelos y materiales granulares de soportar cargas, especialmente en el ámbito de la ingeniería civil. Esta prueba determina la relación entre la carga aplicada y la deformación que resulta, la cual se expresa en términos de porcentaje.

### 2.2.2. FIBRA DE PLÁSTICO PET

Las fibras de tereftalato de polietileno (PET) se fabrican triturando mecánicamente materiales de embalaje con cuchillas. Curiosamente, un solo envase de PET puede generar una cantidad significativa de fibra, que puede reciclarse como material de construcción. Si bien muchos lo consideran un residuo de embalaje, nosotros lo vemos como un recurso

valioso.

Además, el uso de PET en mortero ofrece ventajas significativas, sobre todo en la reducción de costes de fabricación. En comparación con el mortero tradicional, el PET puede sustituir a algunos áridos, como la arena (Agencia Informativa Conacyt, 2017).

### 2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El tereftalato de polietileno (PET) es un material sintético polimerizado a partir de ácido tereftálico y etilenglicol. Posee una superficie transparente y brillante, lo que le confiere excelentes propiedades de reproducción de imágenes y permite su recubrimiento con diversos pigmentos. Además de excelentes propiedades mecánicas como rigidez, resistencia, aislamiento de gases y resistencia a la corrosión, también presenta una excelente resistencia a disolventes y aceites (Saucedo et al., 2021).

A continuación, se presentan los indicadores de las características físicas de la fibra de plástico PET:

- **Color:** Es una propiedad óptica que se percibe cuando la luz interactúa con un objeto. En el caso de la fibra de PET, el color puede variar según el tipo y el proceso de fabricación (Pisco et al., 2024). Los tipos de colores en fibra de PET son:
  - Blanco: es el color más común, debido a la naturaleza del polímero.
  - Claro: tonos claros, como beige o gris claro.
  - Tintado: colores específicos, como azul, verde, rojo, etc.
  - Opaco: no transparente, con un aspecto mate.
  - Transparente: permite el paso de la luz.
- **Tamaño de la fibra de PET (Poliéster):** Se refiere a sus dimensiones físicas, que varían según su aplicación y proceso de fabricación (Pisco et al., 2024). A continuación, se presentan los tipos de tamaños de la fibra PET:
  - Diámetro ( $\mu\text{m}$ ): 10-30  $\mu\text{m}$  (micrómetros)

- Longitud (mm): 30-100 mm (milímetros)
- Espesor (denier): 1-10 denier (unidad de medida de espesor)
- **PESO:** depende de varios factores, como la densidad, el tamaño de la fibra y la cantidad (Pisco et al., 2024). A continuación, se presentan unidades de medida comunes:
  - Gramos (g)
  - Kilogramos (kg)
  - Libras (lb)
  - Onzas (oz)

#### 2.2.2.2. PORCENTAJE DE ADICIÓN

Se refiere a la cantidad de fibra agregada a un material o producto para mejorar sus propiedades. Este porcentaje varía según la aplicación y los requisitos del producto final (Ortiz et al., 2005). A continuación, se presentan los indicadores de la dimensión:

- **2%:** Es un 2% de adición de fibra de PET (Poliéster) es un porcentaje relativamente bajo, pero puede seguir proporcionando beneficios significativos en diversas aplicaciones (Ortiz et al., 2005). A continuación, se mencionan las ventajas de un 2% de adición de fibra PET: Mejora la resistencia a la tracción y la compresión, aumenta la durabilidad y la vida útil del material, reduce la deformación y el asentamiento, mejora la estabilidad térmica y dimensional, puede reducir el peso del material.
- **4%:** Es un 4% de adición de fibra de PET (Poliéster) es un porcentaje relativamente bajo, pero puede ser suficiente para mejorar las propiedades del material base. se presentan algunos efectos y consideraciones relacionadas con este nivel de adición (Ortiz et al., 2005). A continuación, se presentan efectos del 4% de adición de fibra PET:
  - Mejora la resistencia a la tracción: 5-10% de aumento.

- Aumenta la durabilidad: 5-10% de aumento.
  - Reduce la deformación: 2-5% de reducción.
  - Mejora la estabilidad térmica: 2-5% de aumento.
  - Puede mejorar la resistencia a los impactos.
- **6%:** Es un 6% de adición de fibra de PET (Poliéster) es un porcentaje moderado que puede proporcionar beneficios significativos en diversas aplicaciones (Ortiz et al., 2005). A continuación, se presentan propiedades esperadas con un 6% de adición de fibra PET:
- Resistencia a la tracción: 15-25% de aumento.
  - Resistencia a la compresión: 20-30% de aumento
  - Módulo de elasticidad: 10-20% de aumento.
  - Densidad: 2-4% de reducción.
  - Estabilidad térmica: 10-20°C de aumento.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **ARCILLA:** Este material está compuesto por agregados de silicato de aluminio hidratado, formados por la descomposición de minerales de aluminio, y presenta diversos colores según las impurezas que contiene (Higuera et al., 2012).
- **CONSTRUCCIÓN:** Es caracterizado por ser una obra por una infraestructura hecha mediante un plano por profesionales de ingeniería civiles, por lo tanto, la construcción es parte de la ingeniería donde se edifican viviendas, ya sea como una construcción residencial, comercial de obras públicas entre otras (Equipo Editorial Etecé, 2024).
- **ESTABILIZACIÓN:** Este es un procedimiento que se enfocaba en la compactación, lo que tiene como fin la minimización de espacios vacíos en el suelo bajo la consideración de normativas existentes (MTC, 2013).
- **INFRAESTRUCTURA:** Es un conjunto de diseños, que establece el profesional de ingeniería, para construir cualquier tipo de obra, para llegar a una infraestructura se desarrolla un plano con la finalidad que esto, sea una obra resistente a cualquier desbordes o fenómeno puede provocar a

un descote de una construcción (Equipo editorial Etecé, 2020).

- **PAVIMENTO:** Es una estructura o infraestructura que está formada por aquel conjunto de capas superpuestas paralelas al suelo diseñadas y construidas técnicamente con materiales adecuadamente compactados, es aquella que se apoya sobre la subrasante debiendo cumplir con la resistencia suficiente ante esfuerzos de cargas vehiculares (Rivera y Moreira, 2011).
- **PET:** Este material reciclable es ligero, económico y posee una excelente resistencia al agua y a la oxidación. Se utiliza principalmente en la fabricación de botellas de bebidas y envases de líquidos (Rodríguez, 2019).
- **PLÁSTICO:** Estos materiales están compuestos de resinas y proteínas, y se pueden moldear fácilmente mediante calor y presión. Cuando adquieren las propiedades que comúnmente se conocen como plásticos, se convierten en materiales que combinan durabilidad y ligereza (Nicole, 2004).
- **POLIETILENO:** Pertenece al material de plástico es decir integra a la clasificación de los termoplásticos, que se varia por 4 tipos de subgrupos de mayor uso: polietileno, polipropileno, poliestireno, y polivinilcloro (Cardona et al., 2010).
- **POLÍMEROS:** Es un material formado por moléculas con un tamaño normal distinguido por presentar una resistencia mecánica, la mayor parte de estos utilizados son materiales sintéticos con propiedades y las aplicaciones variadas (Flores y Zea, 2021).
- **SERVICIOS BÁSICOS:** Estructuras de obras o así mismos son recursos necesarios para una población, barrio o ciudad, es una necesidad para que los pobladores desarrollen una vida saludable, una de las necesidades básicas son la electricidad, agua y desagüe (INEI, 2014).
- **SUBRASANTE:** Es la capa apoyada a la estructura de una infraestructura

como un pavimento que sirve como fundación, logrando la resistencia y mejor calidad adecuada de la subrasante por lo que se obtendrá el espesor reducido del pavimento (Crespo, 2004).

- **SUELO ARCILLOSO:** Se trata de una mezcla en la que predomina la arcilla, con relativamente pocas partículas de otros tamaños de diversos tamaños, siendo la arcilla un grupo de partículas minerales con un diámetro inferior a 0,001 mm (Higuera, 2010).
- **SUELOS EXPANSIVOS:** muestra un cambio de cambio en cuanto a su volumen significativo bajo la presencia de agua (Higuera, 2011).
- **SUELOS:** es un agregado de partículas inorgánicas y orgánicas que están sujetas a ninguna organización en sí, este material representa todo tipo de material terroso desde el relleno de desperdicio o ariscas parcialmente lutitas suaves o cementadas (Juárez y Rico, 2005).
- **ZONAS RURALES:** Es caracterizado por escasas de actividad económica, por ello los pobladores de estas zonas se dedican en a la agricultura, y a consumir sus propios consumos, sus estructuras de sus viviendas son cauterizadas por ser de material de barro (Pérez, 2021).

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

**HG:** La incorporación de fibra de plástico PET influye significativamente en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

**HE1:** Las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural, específicamente en la localidad de Inkari, distrito de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, 2023, presentan un alto nivel de plasticidad.

**HE2:** Las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado,

2023, se encuentra ubicada en la categoría subrasante pobre ( $S_1$ ).

**HE3:** Se logró determinar las características físicas (color, tamaño y peso) de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

**HE4:** El porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, son los porcentajes de adición del 2%, 4% y 6%.

## 2.5. VARIABLES

### 2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Estabilización de subrasante

### 2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Fibra de plástico PET.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6

*Operacionalización de la variable dependiente*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable dependiente:</b> Estabilización de subrasante en suelo arcilloso	Propiedades físicas	Tipo de suelo	Nominal
		Granulometría	Ordinal
		Contenido de humedad	Ordinal
	Propiedades mecánicas	Índice de plasticidad	Ordinal
		Máxima densidad seca	Ordinal
		Óptimo contenido de humedad	Ordinal
		California Bearing Ratio	Ordinal

**Tabla 7***Operacionalización de la variable independiente*

<b>Variab</b> les	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Variable independiente:</b> Fibra de plástico PET	Características físicas	Color	Nominal
		Tamaño	Ordinal
		Peso	Ordinal
	Porcentaje de adición	2%	Ordinal
		4%	Ordinal
		6%	Ordinal

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Fue aplicada, ya que, se centró en la aplicación de conocimientos existentes para brindar una alternativa de solución (Arias et al., 2016). Por ello, esta investigación se considera de tipo aplicada, ya que, se planteó la consideración de los ensayos físicos y mecánicas a muestras de suelos bajo los lineamientos normativos para la obtención de los datos relevantes.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Cuantitativo, ya que se basa en la obtención de resultados bajo una medición y escala numérica (Borja, 2012). Por ello, esta investigación se consideró con un enfoque cuantitativo, al tener como finalidad principal de analizar e interpretar resultados obtenidos de la evaluación de las propiedades de muestras de suelo en su estado natural con la incorporación de plástico PET.

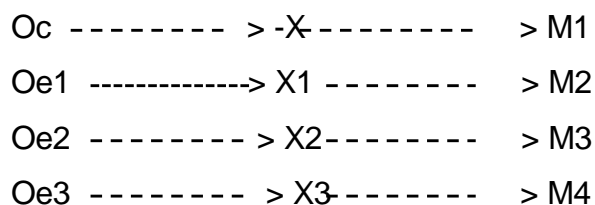
##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Descriptivo-explicativo, porque estuvo enfocado en la caracterización basándose en buscar el qué del objeto de estudio más que del por qué (Arias et al., 2016). Esta investigación se consideró con un alcance o nivel explicativa, ya que buscó explicar y relacionar el comportamiento de las variables dependientes en función de la variable independiente. Según Hernández et al. (2014), la investigación explicativa se define como la relación entre varios conceptos que trascienden los fenómenos y son adecuados para responder preguntas sobre las causas de estos eventos físicos o sociales. Por tanto, en esta investigación se buscó alcanzar el objetivo planteado que fue el incorporar fibra de plástico PET para determinar la influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

### 3.1.3. DISEÑO

Fue experimental, su definición indica que es diseño que sirve para aproximarse al fenómeno de estudio o estímulo a un grupo para generar hipótesis y luego poder ser evaluado, mediante la manipulación de sus variables para generar una causa- efecto (Borja, 2012). Por ello, esta propuesta de tesis se consideró con un diseño preexperimental, por manipular las fibras de plástico PET para generar un efecto en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado.

Gráfico que responde a este diseño experimental se muestra a continuación:



Donde:

Oc = Grupo Control

Oe = Grupo Experimental

-X = Ausencia de Estimulo

X1 = Estimulo de la variable independiente (2%)

X2 = Estimulo de la variable independiente (4%)

X3 = Estimulo de la variable independiente (6%)

M = Medición de la variable dependiente

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

Es aquel conjunto de elementos, objetivos o casos accesibles y definidos que forma como referente para la elección de una muestra, que debido a su gran extensión no puede ser de estudio en su totalidad (Arias et al., 2016).

Ante lo manifestado esta investigación consideró una población de estudio a los diversos suelos en un tramo de 1 km de la carretera de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado.

### **3.2.2. MUESTRA**

Muñoz (2018) afirma que, la muestra se considera como aquel subgrupo o subconjunto que proviene específicamente de una población y que representa a un universo, esta selección tiene como fin el evaluar y obtener información necesaria de esta misma.

De esta manera, esta propuesta de investigación contó como muestra de estudio a ocho calicatas (dos calicatas de estudio natural, seis calicatas con porcentajes de adición de PET) para la obtención de sus muestras de suelos arcillosos en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado.

El tipo de muestreo considerado para esta investigación fue no probabilístico o intencional, ya que, la muestra fue elegida por el tesista bajo criterio propio o también llamado propio juicio, que se verificó que en otros antecedentes no trabajan con estas cantidades, siendo de esta manera relevante para la presente investigación al ser porcentajes de adición nada semejantes a otras investigaciones.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La presente investigación consideró como técnicas de recolección de datos a la observación directa. Asimismo, esta investigación consideró como instrumentos de recolección de datos a la guía de observación directa (ANEXO 3).

#### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Es fundamental aplicar técnicas experimentales para caracterizar las propiedades de las muestras de suelo, tanto en su estado natural como después de modificarlo con la adición de fibras de plástico PET. Los resultados obtenidos fueron analizados para determinar si seguían

una distribución normal. La contrastación y las pruebas de hipótesis se llevaron a cabo en función de esta distribución; en caso de que se confirmara la normalidad, se aplicó estadística inferencial, lo que permitió realizar pruebas paramétricas. Se llevó a cabo un análisis ANOVA para identificar cuál de los tratamientos evaluados mostró un mejor desempeño.

Una vez analizados los resultados mediante la contrastación y las pruebas de hipótesis, se prepararon en tablas y figuras correspondientes. Además, se llevó a cabo una interpretación detallada de cada una de estas representaciones en los resultados, los cuales fueron discutidos en función de los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso por parte del tesista. Esta discusión se sustentó en la información teórica proporcionada por estudios previos, que podían ser tanto coincidentes como contradictorios.

### **3.3.2. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Una vez que se recolecto los datos por medio de las pruebas de laboratorio sobre la muestra de estudio, fueron analizadas teniendo presente el tipo de investigación planteada en este estudio.

Además, para la contratación de las hipótesis se utilizó el SPSS, buscando en primera instancia la normalidad de los datos (prueba de normalidad) para luego de acuerdo con ello se verificó que se usó pruebas paramétricas, para poder determinar la inferencia correspondiente.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1

El objetivo planteado fue, determinar las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. En líneas posteriores (Tabla 8) se presentan los resultados alcanzados sobre el objetivo planteado.

**Tabla 8**

*Propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari*

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>
Tipo de suelo	Suelo arcilloso	Suelo arcilloso
Granulometría	0.000 mm	0.000 mm
Contenido de humedad	16.99%	16.85%
Índice de plasticidad	29.74	29.08
Máxima densidad seca	1.169 gr/cm <sup>3</sup>	1.189 gr/cm <sup>3</sup>

#### **Interpretación:**

En la Tabla 8 se determinaron a las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural, analizadas en dos calicatas, presentan características específicas que reflejan su comportamiento en términos de plasticidad y densidad. En la Calicata 1, el suelo, clasificado como arcilloso, mostró una granulometría de 0.000 mm, un índice de humedad de 16.99%, un índice de plasticidad de 29.74 y una densidad máxima seca de 1.169 gr/cm<sup>3</sup>. Por otro lado, en la Calicata 2, también con suelo arcilloso, registró una granulometría idéntica de 0.000 mm, un contenido de humedad de 16.85%, un índice de plasticidad de 29.08 y una densidad seca máxima de 1.189 gr/cm<sup>3</sup>. Estos resultados destacan que

ambos suelos poseen características prácticamente equivalentes en términos de plasticidad, manteniendo un rango alto de plasticidad en ambas calicatas. Este dato resulta fundamental, ya que la plasticidad del suelo es un factor determinante en su capacidad para deformarse de manera significativa sin sufrir fracturas. Este comportamiento plástico tiene implicaciones críticas en su desempeño bajo diversas condiciones de carga y humedad, lo que afecta directamente su estabilidad y funcionalidad.

#### 4.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2

El objetivo planteado fue, determinar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. En líneas posteriores (Tabla 9) se presentan los resultados alcanzados sobre el objetivo planteado.

**Tabla 9**

*Propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari*

<b>Propiedades mecánicas</b>	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>
Humedad óptima	31.29%	31.62%
CBR al 95% de densidad seca máxima	4.98	5.05

#### **Interpretación:**

En la Tabla 9, se presentó a las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural, evaluadas en dos calicatas, revelan datos relevantes para su comportamiento en condiciones de carga y su capacidad para soportar esfuerzos. En la Calicata 1, se observó una humedad óptima del 31.29% y un CBR al 95% de 4.98, mientras que en la Calicata 2, los valores fueron ligeramente superiores, con una humedad óptima del 31.62% y un CBR al 95% de 5.05. Estos resultados indican que, aunque existe una pequeña variación en la humedad óptima entre ambas calicatas, los valores son bastante similares, lo que sugiere una uniformidad en las características del suelo. Además, ambos suelos

se encuentran clasificados dentro de una subrasante pobre, lo que implica que, a pesar de su alta plasticidad y humedad, su capacidad para resistir cargas es limitada, lo cual debe ser considerado en el diseño de proyectos de construcción o infraestructuras, ya que puede requerir tratamiento o estabilización para mejorar sus propiedades mecánicas.

#### 4.1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3

El objetivo planteado fue, calcular las características físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. En líneas posteriores (Tabla 10) se presentan los resultados alcanzados sobre el objetivo planteado.

**Tabla 10**

*Características físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari*

<b>Características físicas</b>	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>
Color	Transparente	Transparente
Tamaño	0.3 mm	0.5 mm
Peso	1.29 gr	1.33 gr

#### **Interpretación:**

En la Tabla 10, según los resultados de las propiedades físicas observadas de la fibra de plástico PET incorporada en el suelo arcilloso, se verificó que, en ambas calicatas (1 y 2), el material presentó un color transparente al interactuar con la luz, lo que evidencia su capacidad de transmisión lumínica y pureza estructural. En cuanto al tamaño, en la calicata 1 se registró un diámetro promedio de 0.3 mm, mientras que en la calicata 2 fue ligeramente mayor, alcanzando los 0.5 mm. Respecto al peso, en la calicata 1 se obtuvo un valor de 1.29 gr, mientras que en la calicata 2 fue de 1.33 gr, lo que indica una ligera variación atribuible a las condiciones específicas del suelo o la distribución de la fibra. Estos datos resaltan la consistencia y las propiedades únicas del plástico PET en su interacción con suelos arcillosos, aspectos que resultan clave para evaluar su efectividad en procesos de estabilización y refuerzo.

#### 4.1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 4

El objetivo planteado fue, determinar el porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. En líneas posteriores (Tabla 11) se presentan los resultados alcanzados sobre el objetivo planteado.

**Tabla 11**

*Porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari*

	<b>Detalle plástico PET</b>	<b>N° de golpes</b>	<b>CBR %</b>	<b>Densidad óptima</b>
		56	9.40	
	2%	25	8.00	7.8%
		12	6.53	
<b>Calicata 1</b>	4%	56	13.43	
		25	11.20	11.4%
	12	9.47		
	6%	56	16.93	
25		14.54	14.3%	
		12	11.53	
	2%	56	9.23	
25		7.90	7.8%	
		12	6.40	
<b>Calicata 2</b>	4%	56	11.67	
		25	9.68	9.8%
	12	8.07		
	6%	56	17.22	
25		14.01	13.9%	
		12	10.61	

#### **Interpretación**

En la Tabla 11, según los resultados obtenidos, se evidencia que el porcentaje óptimo de adición de fibras de plástico PET influye significativamente en la densidad del suelo. Con un 2% de fibra, se registraron valores de densidad del 9.40% con 56 golpes, 8% con 25

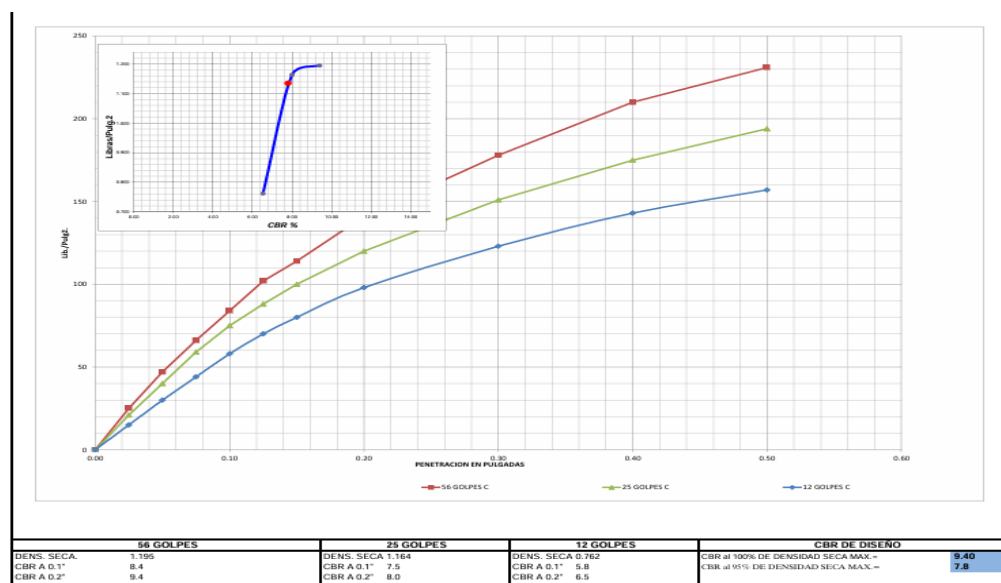
golpes y 6.53% con 12 golpes. En el caso del 4%, las cifras aumentaron notablemente, alcanzando un 13.43% con 56 golpes, un 11.2% con 25 golpes y un 9.47% con 12 golpes. Para el 6% de plástico PET, los resultados fueron aún más destacados, con un 16.93% en 56 golpes, un 14.54% en 25 golpes y un 11.53% en 12 golpes. Esto demuestra que la densidad óptima alcanzada fue de 7.8% para el 2%, 11.4% para el 4% y 14.3% para el 6%, indicando un incremento favorable de entre 3% y 4% en la calicata 1.

Asimismo, en la calicata 2, los resultados con el 2% mostraron un 9.23% en 56 golpes, un 7.90% en 25 golpes y un 6.40% en 12 golpes. Con el 4%, se obtuvieron valores de 11.67% con 56 golpes, 9.68% con 25 golpes y 8.07% con 12 golpes. Finalmente, con el 6%, se alcanzó un 17.22% en 56 golpes, un 14.01% en 25 golpes y un 10.61% en 12 golpes. La densidad óptima en esta calicata fue de 7.8% para el 2%, 9.8% para el 4% y 13.9% para el 6%, lo que indica un aumento positivo de entre 2% y 4% en la calicata 2. Estos resultados subrayan la importancia de la adición de fibras de plástico PET, no solo como un medio para mejorar la densidad del suelo, sino también como un enfoque innovador para la estabilización de suelos arcillosos.

A continuación, se presentan las figuras (Figura 2 hasta la Figura 7) relacionadas en base al porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari. Cabe resaltar que todas las figuras colocadas en este ítem se encuentran en anexos:

**Figura 2**

*Calicata 1 reacción de los golpes con el 2% de fibra de plástico PET*



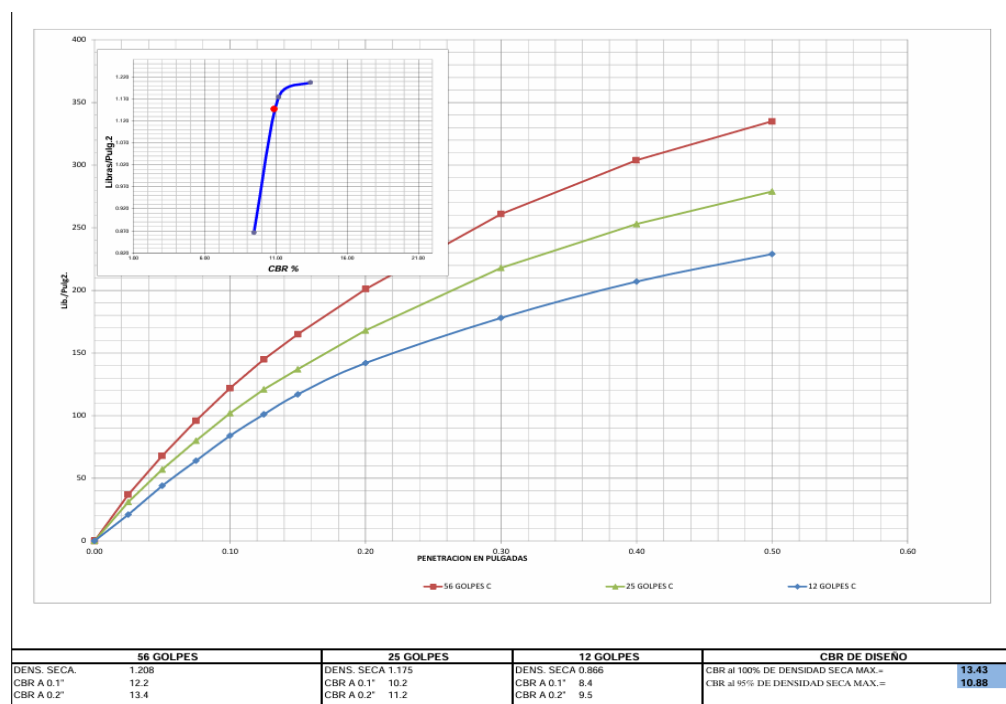
*Fuente.* Laboratorio de mecánica de suelos EHEC S.C.R.L.

### Interpretación

En la Figura 2, sobre los resultados de la calicata 1 con el 2% de fibra de plástico PET, se observa una clara relación entre el número de golpes aplicados y la densidad seca del material. Con 56 golpes, la densidad seca alcanza un valor de 1.195, mientras que, con 25 golpes, la densidad seca es de 1.164, y con tan solo 12 golpes, la densidad seca disminuye a 0.762. Estos resultados muestran cómo el aumento en la cantidad de golpes influye directamente en la mejora de la densidad seca del material. A partir de estos datos, se obtiene un CBR de 9,40 al 100% de la densidad seca máxima y un CBR de 7,8 al 95% de la densidad seca máxima. Estos resultados son sumamente relevantes, ya que confirman la viabilidad del proceso, demostrando de como aumenta el número de golpes, también se incrementa la densidad seca, lo que a su vez eleva la capacidad portante del material, como lo demuestra el aumento en los valores del CBR. Esta tendencia resalta la efectividad del proceso de compactación y subraya la importancia de controlar la cantidad de golpes para alcanzar una densidad óptima que garantice propiedades mecánicas adecuadas para su uso en aplicaciones prácticas.

**Figura 3**

*Calicata 1 en reacción de los golpes con el 4% de fibra de plástico PET*



*Fuente.* Laboratorio de mecánica de suelos EHEC S.C.R.L.

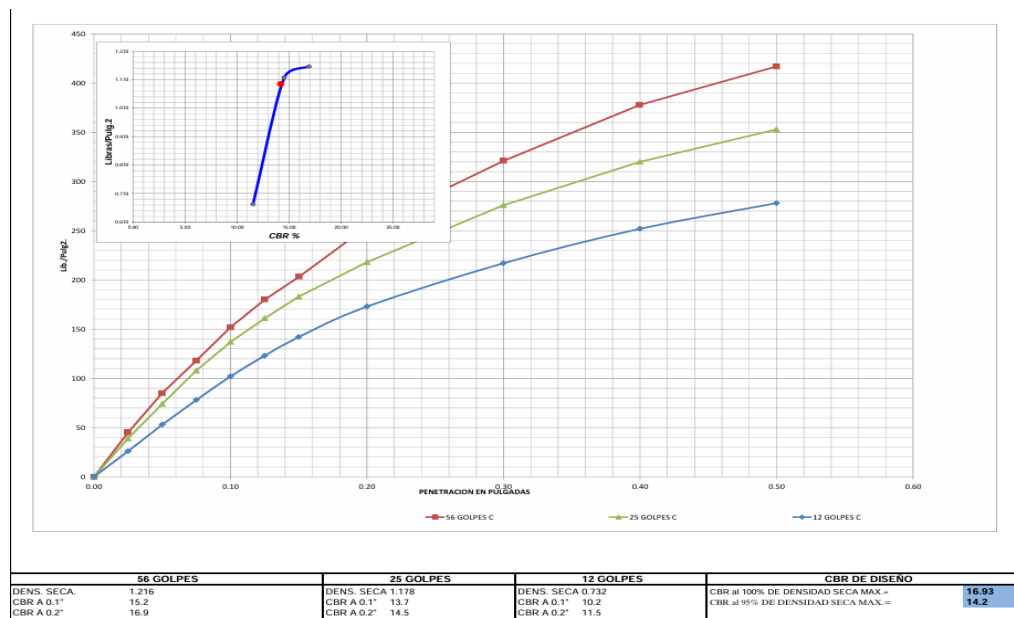
### Interpretación

En la Figura 3 sobre los resultados de la calicata 1 con el 4% de fibra de plástico PET, se observa una clara estimación entre la cantidad de golpes aplicados y la densidad seca del material, lo que resalta la efectividad del proceso de compactación. Con 56 golpes, la densidad seca alcanza un valor de 1.208, mientras que con 25 golpes se obtiene una densidad de 1.175. En el caso de 12 golpes, la densidad seca disminuye a 0,866. Este comportamiento evidencia cómo la cantidad de golpes afecta directamente la densidad seca del material. Los resultados obtenidos muestran un CBR de 13,43 al 100% de densidad seca máxima y un CBR de 10,88 al 95% de densidad seca máxima. Estos valores subrayan la importancia del proceso de compactación, ya que se observa una mejora significativa en la capacidad portante del material a medida que la densidad seca aumenta. Es crucial destacar que este patrón no solo valida la efectividad de la compactación, sino que también refuerza la viabilidad del material para aplicaciones estructurales, como la construcción de bases de pavimentos, en las que se requiere un

material con alta resistencia. A medida que la densidad seca incrementa, también lo hace la capacidad portante, lo que garantiza la idoneidad del material para soportar cargas y mejorar el rendimiento.

**Figura 4**

*Calicata 1 del tramo 3 en reacción de los golpes con el 6% del plástico PET*



*Fuente.* Laboratorio de mecánica de suelos EHEC S.C.R.L.

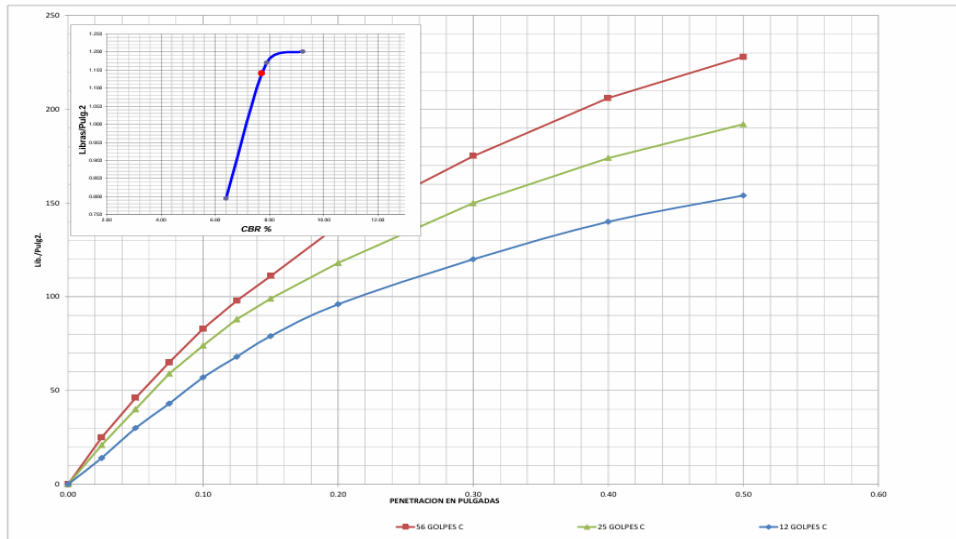
### Interpretación

En la Figura 4, se encuentran los resultados de la calicata 1 con el 6% de fibra de plástico PET, se observa una relación directa entre el número de golpes aplicados y la densidad seca del material, lo que demuestra la eficacia del proceso de compactación en la mejora de las propiedades físicas del suelo. Con 56 golpes, se alcanza una densidad seca de 1.216, mientras que con 25 golpes se obtiene una densidad de 1.178, y con 12 golpes la densidad seca es de 0.732. Este patrón de comportamiento refleja cómo la densidad seca aumenta progresivamente a medida que se incrementa el número de golpes, lo que se traduce en una mayor compactación del material. En términos de capacidad portante, el CBR al 100% de la densidad seca máxima es de 16,93, y al 95% de la densidad seca máxima, el CBR es de 14,2. Estos resultados son fundamentales, ya que evidencian que el aumento en la densidad seca no solo mejora las propiedades estructurales del material,

sino que también incrementa significativamente su capacidad de carga. Donde la tendencia constante de aumento de la densidad seca con el número de golpes resalta la importancia de optimizar este proceso para obtener las mejores características mecánicas posibles en el material.

**Figura 5**

*Calicata 2 en reacción de los golpes con el 2% de fibra de plástico PET*



	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA.	1.201	DENS. SECA 1.170	DENS. SECA 0.795	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.=
CBR A 0.1"	8.3	CBR A 0.1" 7.4	CBR A 0.1" 6.7	9.23
CBR A 0.2"	9.2	CBR A 0.2" 7.9	CBR A 0.2" 6.4	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX.=
				7.71

Fuente. Laboratorio de mecánica de suelos EHEC S.C.R.L.

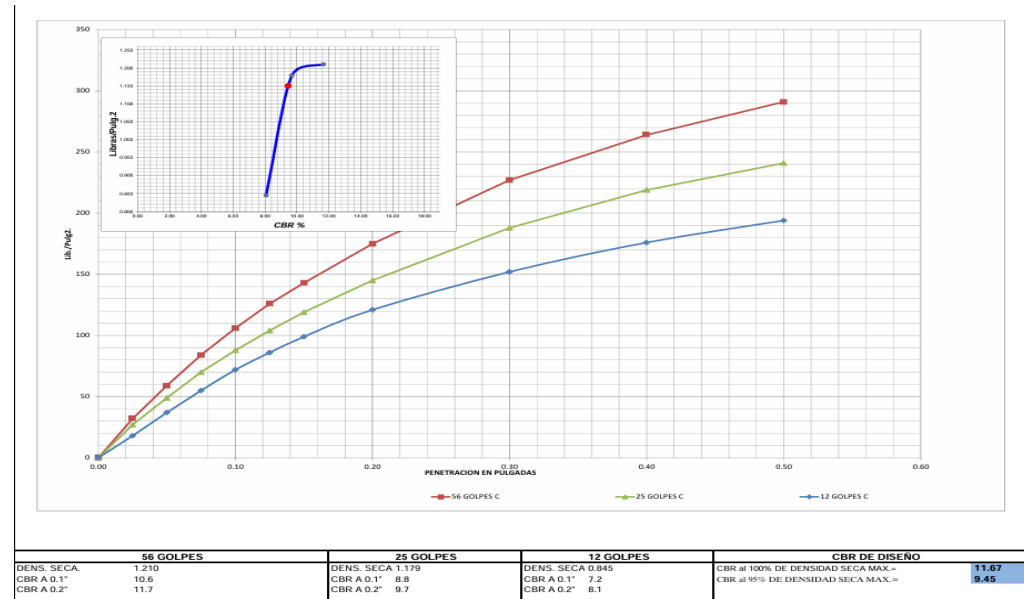
### Interpretación

La Figura 5 muestra los resultados de la calicata 2 con el 2% de fibra de plástico PET, se establece una clara relación entre la cantidad de golpes aplicados y la densidad seca del material, lo que demuestra la efectividad del proceso de compactación en la mejora de las propiedades físicas. Con 56 golpes, la densidad seca alcanza 1.201, mientras que con 25 golpes se obtiene una densidad de 1.170, y con 12 golpes, la densidad seca disminuye a 0.795. Este patrón muestra cómo la densidad seca aumenta conforme aumenta el número de golpes, lo que resulta en una mayor compactación y mejora de las propiedades mecánicas del material. Los valores obtenidos de CBR son significativos, con un CBR de 9,23 al 100% de densidad seca máxima y un CBR de 7,71 al 95% de densidad seca máxima. Estos resultados subrayan la importancia de la

compactación, ya que a medida que la densidad seca se incrementa, también lo hace la capacidad portante del material, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones en las que se requiere una alta resistencia estructural. Este aumento progresivo en la densidad seca con el número de golpes refuerza la viabilidad del material para su uso en proyectos de construcción, como bases de pavimentos y otras infraestructuras, donde la capacidad de carga y la resistencia a la deformación son cruciales.

**Figura 6**

*Calicata 2 en reacción de los golpes con el 4% de fibra de plástico PET*



*Fuente.* Laboratorio de mecánica de suelos EHEC S.C.R.L.

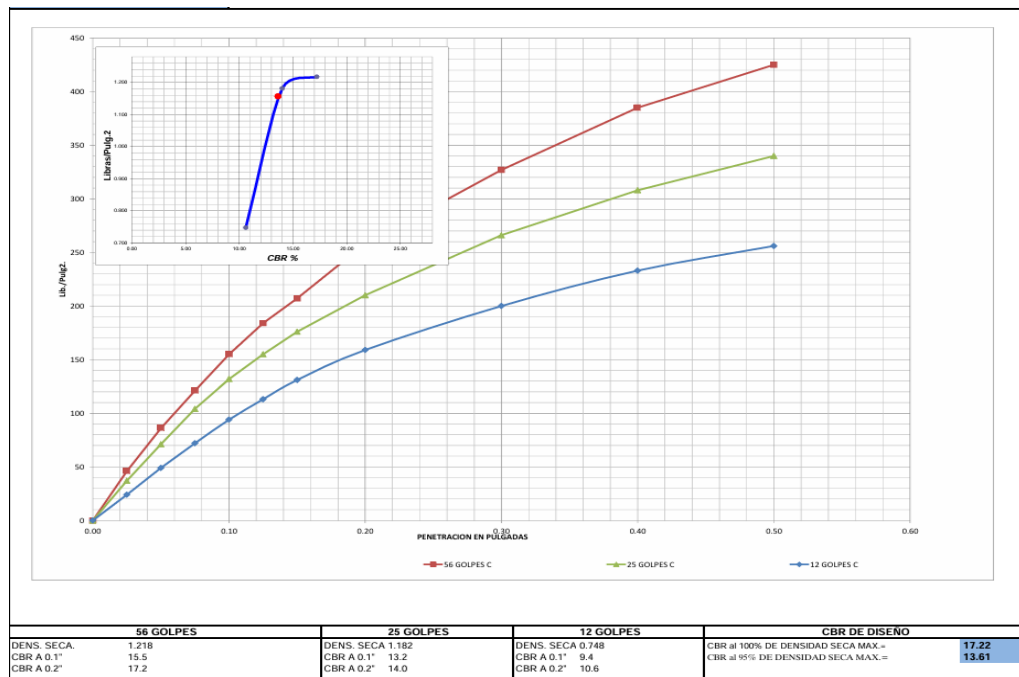
### Interpretación

La Figura 6 muestra los resultados sobre la calicata 2 con el 4% de fibra de plástico PET, se evidencia una clara relación entre la cantidad de golpes aplicados y la densidad seca del material, lo que resalta la efectividad del proceso de compactación. Al aplicar 56 golpes, se obtiene una densidad seca de 1.210, mientras que con 25 golpes la densidad disminuye a 1.179, y con 12 golpes la densidad seca es de 0.845. Este comportamiento demuestra cómo, a medida que aumenta el número de golpes, la densidad seca del material mejora progresivamente, lo que resulta en una mayor compactación. Los valores de CBR obtenidos refuerzan esta observación: al 100% de la densidad seca máxima, el CBR alcanza 11.67, y al 95% de densidad seca máxima, el CBR es de

9.45. Estos resultados son altamente relevantes, ya que indican que, con el aumento de la densidad seca, también se incrementa significativamente la capacidad portante del material, lo que lo convierte en una opción adecuada para aplicaciones estructurales donde la resistencia y la estabilidad son fundamentales. Este patrón consistente de aumento en la densidad seca subraya la viabilidad y efectividad del proceso de compactación.

**Figura 7**

*Calicata 2 en reacción de los golpes con el 6% de fibras de plástico PET*



Fuente. Laboratorio de mecánica de suelos EHEC S.C.R.L.

### Interpretación

La Figura 7 muestra los resultados de la calicata 2 con el 6% de fibra de plástico PET, se observa una relación directa y significativa entre la cantidad de golpes aplicados y la densidad seca del material, lo que pone de manifiesto la eficacia del proceso de compactación. Con 56 golpes, se obtiene una densidad seca de 1.218, mientras que con 25 golpes la densidad disminuye a 1.182, y con solo 12 golpes la densidad seca es de 0.748. Este patrón demuestra claramente que, a medida que aumenta el número de golpes, la densidad seca también aumenta, lo que resulta en una mayor compactación del material. Los valores obtenidos

de CBR refuerzan esta observación, con un CBR de 17.22 al 100% de la densidad seca máxima y un CBR de 13.61 al 95% de densidad seca máxima. Estos resultados son de gran relevancia, ya que evidencian una mejora considerable en la capacidad portante del material con el aumento de la densidad seca, lo que lo convierte en una opción altamente efectiva para aplicaciones estructurales que requieren alta resistencia, como en la construcción de pavimentos y bases de carreteras.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Estabilización de subrasante	,845	8	,090
Fibra de plástico PET	,810	8	,073

### Interpretación

Al respecto de la tabla se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, porque el GI (tamaño de la muestra) es menor a 50. Donde se demuestra las significancias de las variables son mayores a P valor (0.05) y afirmando un resultado homogéneo o paramétrico; por lo tanto, la prueba de ANOVA que sirvió para medir la contrastación de hipótesis.

### Hipótesis general

La incorporación de fibra de plástico PET influye significativamente en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

**Tabla 13***Contrastación de la hipótesis general*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	86,500	7	3,932	1,966	,007
<b>Dentro de grupos</b>	2,000	1	2,000		
<b>Total</b>	88,500	8			

### Interpretación

En la Tabla 13 con relación con la hipótesis general, determinando por medio de la prueba de ANOVA que dio una significancia de 0.007 indicando que es menor a P valor (0.05), afirmando que si existe una diferencia en los grupos estudiados. Afirmando que la incorporación de fibra de plástico PET si influye significativamente en la estabilización de subrasante en los suelos arcillosos de la localidad Inkari; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

### Hipótesis específica 1

Se evidenció que las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural, específicamente en la localidad de Inkari, distrito de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, 2023, presentan un alto nivel de plasticidad. A través de las mediciones del índice de plasticidad, se obtuvo un valor de 29.74 en la calicata 1 y de 29.08 en la calicata 2, lo que indica que ambos índices superan el umbral de 20. Esto reafirma que ambas calicatas se sitúan en un rango elevado de plasticidad. Por lo tanto, se confirma la hipótesis planteada, resaltando la relevancia de estas características en el contexto de la estabilidad y comportamiento del suelo arcilloso en la región, porque un alto nivel de plasticidad puede influir significativamente en las decisiones de diseño y construcción.

## **Hipótesis específica 2**

Se evidenció que las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural, en la localidad de Inkari, distrito de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, durante el año 2023, se clasifican en la categoría de subrasante pobre (S1). A través de las mediciones del CBR al 95%, se registró un valor de 4.98% en la calicata 1 y de 5.05% en la calicata 2. Estos resultados indican que ambas calicatas se sitúan en el rango intermedio de la categoría de subrasante, que va del 3% al 6%, lo que confirma que ambas presentan características de subrasante pobre. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, destacando la importancia de estos hallazgos para la planificación y diseño de infraestructuras en la región. El reconocimiento de estas características mecánicas es crucial para anticipar el comportamiento del suelo bajo cargas y su capacidad de soporte, lo que puede influir directamente en el éxito de proyectos de construcción y en la estabilidad de las obras civiles.

## **Hipótesis específica 3**

Se logró determinar las características físicas (color, tamaño y peso) de la fibra de plástico PET en el suelo arcilloso de la localidad de Inkari, distrito de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, 2023. Identificando que el color de ambas calicatas resultó ser transparente; específicamente, la calicata 1 presentó un tamaño de 0.3 mm, mientras que la calicata 2 alcanzó un tamaño de 0.5 mm. En términos de peso, la calicata 1 registró 1.29 g y la calicata 2 1.33 g. Estos hallazgos son significativos, ya que no solo confirman la hipótesis planteada, sino que también resaltan la importancia de comprender las propiedades físicas de la fibra de plástico PET en el contexto del suelo arcilloso. Este conocimiento es esencial para evaluar el potencial de la fibra como un material estabilizador en aplicaciones geotécnicas, lo que podría llevar a innovaciones en el uso de materiales reciclados para mejorar la calidad del suelo y, por ende, la sostenibilidad en proyectos de construcción.

#### **Hipótesis específica 4**

Se determinó que el porcentaje óptimo de adición de fibras de plástico PET para el tratamiento del suelo arcilloso en la localidad de Inkari, distrito de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, 2023, corresponde a las proporciones del 2%, 4% y 6%. En la calicata 1, se observó una densidad óptima del 7.8% para el 2%, del 11.4% para el 4% y del 14.3% para el 6%, lo que confirma que el incremento en el porcentaje de fibra de plástico contribuye a una mayor densidad del suelo. De manera similar, en la calicata 2, se obtuvieron resultados favorables, con una densidad del 7.8% para el 2%, del 9.8% para el 4% y del 13.9% para el 6%, reafirmando que el aumento en la proporción de fibra de plástico también mejora la densidad del suelo en esta calicata. Estos hallazgos subrayan la efectividad de los porcentajes de 2%, 4% y 6% como adiciones óptimas para el tratamiento del suelo arcilloso en la región, lo que no solo se acepta la hipótesis planteada, sino que también abre nuevas oportunidades para la implementación de soluciones sostenibles en la ingeniería civil. La utilización de fibras de plástico PET podría representar un enfoque innovador para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo de infraestructuras más resilientes.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Al respecto de la hipótesis general, la incorporación de fibra de plástico PET influye significativamente en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, a través de la aplicación de la prueba de ANOVA, se verificó una significancia de 0.007, lo que indica que este valor es inferior a P valor (0.05), confirmando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos estudiados. La identificación de estas diferencias puede ser crucial para el desarrollo de estrategias específicas en el manejo y tratamiento del suelo arcilloso, así como para la optimización de procesos en la ingeniería civil. Contrastando con la investigación de Avila (2021) el autor concluye que al aplicar un concluyendo que el porcentaje óptimo de óxido de calcio como material aditivo fue de 3%, al obtener una resistencia mayor al igual que su máxima densidad seca, logrando así el cumplimiento de los parámetros establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Contrastando con la investigación realizada de Ávila, junto con los resultados obtenidos, demuestra de manera clara y contundente que la incorporación de fibra de plástico PET y la adición de óxido de calcio generan una mejora significativa en las propiedades del sustrato en vías afirmadas y suelos arcillosos. Este descubrimiento no solo resalta el potencial de estos materiales para mejorar la estabilidad y capacidad de carga del terreno, sino que también ofrece una solución innovadora y sostenible para la ingeniería civil. La utilización de fibra PET, un material reciclado, en combinación con óxido de calcio, abre nuevas perspectivas en la optimización de suelos, brindando una alternativa ecológica y económicamente viable para la mejora de infraestructuras viales. Este avance representa una contribución importante en la búsqueda de soluciones más eficientes y sostenibles en la construcción y rehabilitación

de vías, lo que podría transformar las prácticas actuales en la gestión.

- Al respecto de la hipótesis específico N° 1, las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, se encuentra en el nivel de plasticidad alta. Mediante las mediciones del índice de plasticidad, se registraron valores de 29.74 en la calicata 1 y de 29.08 en la calicata 2, lo que indica que ambos índices exceden al nivel de 20. Este resultado refuerza la afirmación de que ambas calicatas se encuentran en un rango significativamente alto de plasticidad. Esta característica es crucial, ya que un alto índice de plasticidad puede impactar directamente en el comportamiento mecánico del suelo, afectando su capacidad de soporte y su respuesta ante cargas. Contrastando con la investigación de Moreno (2024) se observa que la incorporación de 1 por ciento y 2 por ciento de Poliestireno de Alto Impacto Reciclado generó incrementos en la capacidad de soporte del 7 por ciento y 10 por ciento respectivamente. Esta comparación permite establecer una relación indirecta pero significativa: mientras que el suelo en estado natural presenta limitaciones físicas asociadas a su alta plasticidad, la literatura reciente demuestra que la aplicación de aditivos puede modificar favorablemente su comportamiento mecánico. No obstante, es importante señalar que los resultados del presente estudio describen únicamente la condición natural del suelo, por lo que no se puede afirmar una mejora estructural sin una intervención experimental directa. En consecuencia, la discusión sugiere que, dada la alta plasticidad identificada, la estabilización del suelo no solo sería técnicamente pertinente, sino ambientalmente estratégica, siempre que se evalúe el impacto del material estabilizante y su viabilidad en el contexto local. De este modo, la hipótesis específica se sustenta en evidencia empírica, pero al mismo tiempo abre la necesidad de investigaciones complementarias orientadas a la optimización de sus propiedades físico mecánicas.
- Al respecto de la hipótesis específico N° 2, las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, se encuentra ubicada en la categoría

subrasante pobre ( $S_1$ ). Se observó un elevado nivel de plasticidad en el suelo analizado. Mediante las mediciones del CBR al 95%, se obtuvieron valores de 4.98% en la calicata 1 y de 5.05% en la calicata 2. Estos resultados sugieren que ambas calicatas se ubican en el rango intermedio de la categoría de subrasante, que abarca del 3% al 6%. Esto reafirma que ambas calicatas muestran características de subrasante pobre, lo cual es un hallazgo crucial para la evaluación de la capacidad de carga del suelo. Contrastando con la investigación de Celi (2021), concluye que, en las muestras de suelo con porcentajes de adición de 0, 3, 6, 9, 12 y 15, se analizó las variaciones en valores de la máxima densidad seca, humedad óptima y CBR, llegando a obtener óptimos valores de estabilización para cada muestra. De esta manera, se concluyó que un valor de CBR de subrasante estabilizada con finos de estos materiales aditivos logró minimizar espesores en las capas de un pavimento flexible. Al contrastar los hallazgos de esta investigación con estudios previos en los que se utilizó estabilización con finos de materiales aditivos para reducir los espesores de las capas en pavimentos flexibles, se pone de manifiesto la relevancia de llevar a cabo un análisis exhaustivo y comparativo de las propiedades. Este enfoque no solo subraya la importancia de comprender cómo los diferentes materiales y su distribución estratigráfica afectan el rendimiento del pavimento, sino que también destaca la necesidad de integrar estas variables en el diseño y la planificación de obras viales. La incorporación de materiales estabilizadores, junto con una evaluación detallada de las características del subsuelo, permite optimizar los procesos constructivos y mejorar la durabilidad y la eficiencia de las infraestructuras. En este sentido, la investigación refuerza la idea de que un análisis profundo y sistemático de las propiedades del terreno es esencial para el éxito de las soluciones de pavimentación, garantizando su resistencia.

- Al respecto de la hipótesis específico N° 3, se logró determinar las características físicas (color, tamaño y peso) de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. Se identificó que el color de ambas calicatas fue

transparente; en particular, la calicata 1 mostró un tamaño de 0.3 mm, mientras que la calicata 2 alcanzó un tamaño de 0.5 mm. En cuanto al peso, la calicata 1 registró 1.29 g, mientras que la calicata 2 pesó 1.33 g. Estos resultados no solo proporcionan información valiosa sobre las características físicas de las fibras de plástico PET en el suelo arcilloso, sino que también son fundamentales para comprender su comportamiento en aplicaciones geotécnicas. La variación en tamaño y peso entre las calicatas sugiere que la distribución de estas fibras podría influir en las propiedades mecánicas del suelo, lo que tiene implicaciones significativas para el diseño de soluciones sostenibles en la construcción. Contrastando con la investigación de Hilario (2024) determino la estabilización de fibra plástica influye en la mejora en la resistencia de soporte del suelo de la subrasante para caminos no pavimentados siendo una estabilización ecoamigable. Al contrastar los resultados obtenidos en esta investigación con los hallazgos previos, se evidencia de manera contundente la influencia significativa del porcentaje de plástico PET en las propiedades físicas del suelo. Además, se destaca cómo la adición de bolsas de polietileno fundido contribuye de manera notable a la mejora del suelo arcilloso a nivel de subrasante. Este hallazgo subraya la capacidad de estos materiales reciclados para modificar favorablemente las características mecánicas del suelo, mejorando su resistencia, cohesión y estabilidad. La utilización de plástico PET y polietileno fundido no solo ofrece una solución eficaz para la optimización de suelos arcillosos, sino que también promueve un enfoque sostenible en la ingeniería civil, aprovechando materiales reciclados para mejorar la infraestructura vial.

- Al respecto de la hipótesis específica n° 4, el porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, son los porcentajes de adición del 2%, 4% y 6%. Estos resultados destacan la eficacia de los porcentajes de 2%, 4% y 6% como adiciones óptimas para el tratamiento del suelo arcilloso en la región. Esta validación no solo confirma la hipótesis planteada, sino que también abre la puerta a nuevas oportunidades para la implementación de soluciones sostenibles en el

campo de la ingeniería civil. El reconocimiento de estos porcentajes como efectivos no solo implica un avance en la comprensión del comportamiento del suelo arcilloso, sino que también sugiere la posibilidad de integrar materiales reciclados, como las fibras de plástico PET, en prácticas de construcción. Contrastando con la investigación de Ayala (2023), donde fueron la adición de ceniza de cabuya y fibras PET, se logró mejorar significativamente la compactación del suelo, alcanzando densidades secas máximas superiores a  $2.000 \text{ g/cm}^3$  y reduciendo la humedad óptima en el suelo de algunas calicatas. Al contrastar estos resultados con estudios previos, se evidencia de manera contundente que, conforme aumenta el porcentaje de plástico PET en el suelo, la densidad óptima también experimenta un incremento significativo. Este hallazgo resalta la influencia positiva del plástico PET en la mejora de las propiedades físicas del suelo, lo que contribuye a una mayor estabilidad y capacidad de carga del material. Esta mejora en la resistencia a la deformación es crucial, ya que permite que el suelo tratado con estos aditivos mantenga su integridad estructural bajo condiciones de tráfico pesado, reduciendo el riesgo de fisuras o hundimientos en la infraestructura vial.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que la incorporar fibra de plástico PET para determinar la influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. A través de la aplicación de la prueba de ANOVA, se verificó una significancia de 0.007, lo cual es inferior al valor de P (0.05), lo que confirma que existe una diferencia significativa entre los grupos analizados. Este hallazgo reafirma que la incorporación de fibra de plástico PET tiene un impacto significativo en la estabilización de la subrasante en los suelos arcillosos de la localidad de Inkari. Demostrando la capacidad de la fibra de plástico PET para influir en la estabilización del suelo representa una innovadora solución que podría transformar la manera en que se abordan los desafíos de la construcción en terrenos difíciles, al tiempo que se fomenta la sostenibilidad mediante el uso de materiales reciclados.
- Se determinó las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. Los resultados obtenidos indican que, en la Calicata 1, el suelo, clasificado como arcilloso, presentó una granulometría de 0.000 mm, un índice de humedad del 16.99%, un índice de plasticidad de 29.74 y una densidad máxima seca de 1.169 g/cm<sup>3</sup>. En comparación, en la Calicata 2, también con suelo arcilloso, se registró una granulometría idéntica de 0.000 mm, un contenido de humedad del 16.85%, un índice de plasticidad de 29.08 y una densidad seca máxima de 1.189 g/cm<sup>3</sup>. Estos hallazgos resaltan que ambos suelos exhiben características prácticamente equivalentes en términos de plasticidad, lo que sugiere un rango elevado de plasticidad en ambas calicatas. Esta similitud en las propiedades mecánicas es de suma importancia, ya que un alto índice de plasticidad puede influir de manera significativa en el comportamiento del suelo bajo cargas, afectando su estabilidad y capacidad de soporte.
- Se obtuvo las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. Donde se evidenció que en la Calicata 1, la humedad óptima fue del

31.29% y un CBR al 95% de 4.98, mientras que en la Calicata 2, los valores fueron ligeramente superiores, con una humedad óptima del 31.62% y un CBR al 95% de 5.05. Estos resultados indican que, a pesar de la pequeña variación en la humedad óptima entre ambas calicatas, los valores son bastante comparables, lo que sugiere una notable uniformidad en las características del suelo. Esta consistencia en los índices de humedad y el CBR es fundamental, ya que refleja que el comportamiento mecánico del suelo en esta región es predecible, lo cual es esencial para la planificación de obras.

- Se calcularon las características físicas de la fibra de plástico PET en suelos arcillosos en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. Observando que, en ambas calicatas (1 y 2), el material mostró un color transparente al interactuar con la luz, lo que pone de manifiesto su notable capacidad de transmisión lumínica y su pureza estructural. En términos de tamaño, en la calicata 1 se registró un diámetro promedio de 0.3 mm, mientras que en la calicata 2 fue ligeramente mayor, alcanzando 0.5 mm. En cuanto al peso, en la calicata 1 se obtuvo un valor de 1.29 gr, mientras que en la calicata 2 se registró un peso de 1.33 gr, lo que indica una ligera variación que podría atribuirse a las condiciones específicas del suelo o a la distribución de la fibra. Estos hallazgos son significativos, ya que la transparencia y la pureza estructural del material no solo sugieren una calidad superior en términos de sus propiedades ópticas, sino que también pueden tener implicaciones importantes en su rendimiento como aditivo en la estabilización de suelos. La variación en el tamaño y el peso entre las calicatas sugiere que la interacción del material con el entorno puede influir en sus características físicas, lo que es crucial para su aplicación en la ingeniería civil.
- Se determinó el porcentaje óptimo de adición de fibras de plástico PET para el tratamiento del suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023. Verificando que la densidad óptima en esta calicata fue de 7.8% para el 2%, 9.8% para el 4% y 13.9% para el 6%, lo que refleja un aumento significativo entre el 2% y el 4% en

la calicata 2. Estos resultados resaltan la relevancia de la incorporación de fibras de plástico PET, no solo como una estrategia para mejorar la densidad del suelo, sino también como un enfoque innovador y sostenible para la estabilización de suelos arcillosos. La capacidad de las fibras de plástico para incrementar la densidad del suelo representa un avance importante en la ingeniería geotécnica, ya que sugiere que se pueden lograr mejoras en las propiedades mecánicas del suelo utilizando materiales reciclados, contribuyendo así a prácticas más responsables con el medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios adicionales sobre el comportamiento a largo plazo del suelo estabilizado con PET, así como su desempeño frente a condiciones climáticas extremas, para consolidar la viabilidad de este tratamiento en diferentes contextos y para diversas aplicaciones de infraestructura, como carreteras y caminos rurales. Además, la incorporación de PET como estabilizante de suelos ofrece la posibilidad de reducir el impacto ambiental relacionado con los desechos plásticos, alineándose con los principios de sostenibilidad en la ingeniería civil.
- Se recomienda a los jefes de la municipalidad de la localidad de Ikari, de considerar la variabilidad del suelo en diferentes ubicaciones dentro del área de interés, dado que las propiedades del suelo pueden diferir de un sitio a otro. Esta información servirá como base para tomar decisiones informadas sobre el tipo de tratamiento o estabilización que se debe aplicar, permitiendo optimizar recursos y mejorar la calidad.
- Se recomienda a los jefes de la municipalidad de la localidad de Ikari, en realizar un análisis detallado de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural, con el fin de obtener una profunda comprensión de su comportamiento frente a cargas y tensiones. Este estudio debe incluir pruebas claves como la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad y el índice de plasticidad, entre otras.
- Realizar un análisis exhaustivo de las características físicas de la fibra de plástico PET cuando se incorpora en el suelo arcilloso, con el fin de determinar su efectividad en la mejora de las propiedades del suelo. Este estudio debe incluir la evaluación de parámetros como la densidad, la capacidad de retención de agua, la resistencia a la tracción y la interacción entre la fibra PET y el suelo en cuanto a la compactación y la estabilidad.
- Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos con y sin la incorporación de fibras PET para validar la mejora en las propiedades del suelo, para asegurar la viabilidad del tratamiento a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, G. A. (2023). Efecto de la incorporación de PET reciclado y ceniza de palma en la estabilización de la subras Ticllas, Ayacucho 2022 [tesis de ingeniería, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSC. <https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstreams/45ff0213-521b-499a-88a2-cdf9ab3f46c5/download>
- Agencia Informativa Conacyt (2017, 6 de junio). *Fibras de PET reciclado para materiales de construcción*. <https://www.residuosprofesional.com/fibras-pet-reciclado-construccion/>
- Arias, J., Villasís, M. y Guadalupe, M. (2016). Metodología de la investigación: El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Ayala, G. J. (2025). Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso con adición de ceniza de cabuya y fibras PET en el tramo Socos – Yanayacu, Ayacucho [tesis de título de ingeniero, Universidad Continental]. Repositorio institucional UC. <https://repositorio.continental.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/d1caae92b-d4ad-4c58-a354-f43197b12eab/content>
- Avila, G. (2021). *Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco- Maramba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio-2019* [tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2795>
- Balamaheswari, M., Kanimozhi, B. y Naganatha, P. (2021). Improvement of California Bearing Ratio value in weak subgrade soil with the developed anchored geogrid. *Materials Today: Proceedings*, 49(5), 1537-1542. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.311>
- Basante, E., Villacrés, M. y Cruz, L. (2020). Simulación numérica 2D subrasantes de baja resistencia, estabilizadas con material granular de sobretamaño (rajón). *Revista UIS Ingenierías*, 20(3), 61-76. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n3-2021004>

- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica*. UNPRG.  
[https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
- Canales, H. (2008). Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición.  
[https://www.academia.edu/download/34529366/Tesis\\_Ensayos\\_de\\_mecanica\\_de\\_Suelos\\_y\\_Asfaltos.pdf](https://www.academia.edu/download/34529366/Tesis_Ensayos_de_mecanica_de_Suelos_y_Asfaltos.pdf)
- Cardona, D., Lavernia, C. y Alcerro, J. (2010). *Polietileno*. Acta Ortopédica Mexicana, 24(2), 123-128.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2010/or102m.pdf>
- Celi, K. (2021). *Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional UTA.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32376>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.  
<https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Ccorimanya Apaza, F. (2016). *Estabilización de suelos con fibra de tereftalato de polietileno—Pet probadas en diferentes suelos del Cusco para conseguir un aumento de la capacidad de carga CBR, en la subrasante para carreteras*. [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio institucional UAP  
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/3408>
- Escobar, J., Quispe, G., Quispe, S., F. y Arana, S. (2020). *Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz*. [Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Repositorio institucional PUCP.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2a643981-ceab-4dc8-873f-6237e4b3f44d/content>
- Equipo Editorial Etecé. (2024). *Construcción*. Enciclopedia Concepto. 18 de noviembre.  
<https://concepto.de/construccion/#:~:text=y%20el%20dise%C3%B1o,-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20construcci%C3%B3n%3F,la>

%20arquitectura%20y%20el%20dise%C3%B1o.

- Equipo Editorial Etecé. (2020). *Infraestructura*. Enciclopedia Concepto. Recuperado 15 de diciembre 2024. <https://concepto.de/infraestructura/>
- Flores, D. y Zea, H. (2021). *Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68779>
- Grupo SACSA. (2015). Características del suelo arcilloso. Grupo SACSA. <https://www.gruposacsa.com.mx/caracteristicas-del-suelo-arcilloso/#:~:text=Contrariamente%20al%20suelo%20arenoso%2C%20el,absorbe%20y%20retiene%20m%C3%A1s%20agua.>
- Hernández, D., Figueroa, B., y Martínez, R. (2019). Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(SPE22), 53-61. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000900053&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000900053&script=sci_arttext)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Craw Hi Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Higuera, C. (2010). *Estabilización de Suelos. Guías de clase*. Universidad del Cauca. <https://pdfcoffee.com/libro-estabilizacion-de-suelos-carlos-higuera-pdf-free.html>
- Hilario, K. V. (2024). *Estabilización de la subrasante de suelos arcillosos con polímero sintético - PET en las vías urbanas del centro poblado de Huancahuasi-distrito de Ambo-provincia de Ambodepartamento de Huánuco – 2022* [tesis de título en ingeniería, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/5242>
- Higuera, C. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimento para carreteras*. Tunja.

<https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=18365>

Higuera, C., Gómez, J. y Pardo, Ó. (2012). Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería*, 21(32), 21-40.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940771003.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2014). (2014). *Servicios. Plataforma peruana*.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1291/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1291/cap01.pdf)

Juárez, E. y Rico, A. (2005). *Mecánica de suelos. Tomo 1. Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.  
<https://veteranos1927.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/mecanica-de-suelos-tomo-1-juarez-badillo.pdf>

Linares, R. y Aguilar, M. (2020). Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. *Revista Científica UNTRM*, 3(2), 33-40.  
<https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/612>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima: Servicios Gráficos JMD S.R.L.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2005). *Evaluación de la aplicabilidad de estabilizadores de suelo*. DIRECTIVA N° 007-2005-MTC/14.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4977728/Directiva%20N%C2%B0%20007-2005-MTC-14.pdf?v=1692051073>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. (5<sup>ta</sup> ed.)  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC)

%20NORMAS/ARCH\_PDF/MAN\_7%20SGGP-2014.pdf

- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos* (2.<sup>a</sup> ed.). Universidad Católica de Colombia. [https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)
- Mosa, M., Taherb, H., y Jaberib, L. (2017). Improvement of poor subgrade soils using cement kiln dust. *Case Studies in Construction Materials*, 7(1), 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.06.005>
- Moreno, B. D. (2024). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando poliestireno de alto impacto reciclado para trocha carrozable del Centro Poblado de Uros Chulluni, Puno, 2023* [tesis de ingeniería, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/154317>
- Murillo, C. K. (2024). Evaluación de la gestión de proyecto de polímeros reciclados y su uso para el mejoramiento de suelos arcillosos de alta plasticidad [tesis de especialidad, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio institucional CUMD. <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/de47df70-2f36-4a77-a23b-29423818b384/content>
- Muñoz, C. (2018). *Metodología de la investigación*. OXFORD. [https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n.html?id=jp5PAQAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?id=jp5PAQAACAAJ&redir_esc=y)
- Nicole, L. (2004). *Definición de plásticos*. Academia. [https://www.academia.edu/27253567/PL%C3%81STICOS\\_DEFINICI%C3%93N](https://www.academia.edu/27253567/PL%C3%81STICOS_DEFINICI%C3%93N)
- Olaya, L. (2021). *Revisión teórica del mejoramiento de suelos arcillosos complejos en Colombia mediante el uso de materiales reciclados* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional UST. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/35097>
- Ortiz, R., Rivera, T. y Reyes, A. (2005). Comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica con adición de fibras. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, (15), 12-28. <https://www.redalyc.org/pdf/911/91101502.pdf>
- Ospina, M., Chaves, S. y Jiménez, L. (2019). Mejoramiento de subrasantes de

- tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Revista Investigación, Desarrollo e Innovación (I, D&I)*, 11(1), 185-196.  
<https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>
- Pisco, M., Guisado, C., Tomasto, S., Contreras, C. y Flores, E. (2024). Diseño de un Prototipo para Obtener Fibra Poliéster Utilizando Envases PET de Segundo Uso. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 4357-4373.  
<https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8999>
- Perez, J. y Merino, M. (2021). *Zona rural*. Definition. 22 julio. Obtenido en <https://definicion.de/zona-rural/>
- Praveen, G., Kurre, P. & Chandrabai, T. (2021). Improvement of California Bearing Ratio (CBR) value of Steel Fiber reinforced Cement modified Marginal Soil for pavement subgrade admixed with Fly Ash. *Materialstoday: Proceedings*, 39(1), 639-642.  
[https://www.researchgate.net/publication/346212381\\_Improvement\\_of\\_California\\_Bearing\\_Ratio\\_CBR\\_value\\_of\\_Steel\\_Fiber\\_reinforced\\_Cement\\_modified\\_Marginal\\_Soil\\_for\\_pavement\\_subgrade\\_admixed\\_with\\_Fly\\_Ash](https://www.researchgate.net/publication/346212381_Improvement_of_California_Bearing_Ratio_CBR_value_of_Steel_Fiber_reinforced_Cement_modified_Marginal_Soil_for_pavement_subgrade_admixed_with_Fly_Ash)
- Ramirez, O. C. (2023). *Estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio para mejorar sus propiedades, en Supte San Jorge – provincia de Leoncio Prado* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH.  
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4358>
- Rivera, A. y Moreira, F. (2011). *Vulnerabilidad vial en función de los riesgos naturales para el cantón Ambato* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional UTA.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2324>
- Rodriguez, D. (2019). *Los 7 tipos de plásticos, características y usos*. Lifeder.  
[https://www.baula.eco/blogs/ecotips/siete-tipos-de-plastico?srsItid=AfmBOoqBo\\_rsQQ9MAFoG8Jc3hR4TCoVMXMqZnSs5JSvv55fYWP47F8cP](https://www.baula.eco/blogs/ecotips/siete-tipos-de-plastico?srsItid=AfmBOoqBo_rsQQ9MAFoG8Jc3hR4TCoVMXMqZnSs5JSvv55fYWP47F8cP)
- Rondón, H., Fernández, W. y Hernández, J. (2013). Influencia de la rigidez de la subrasante y las capas granulares sobre la vida a fatiga de mezclas asfálticas. *Tecnológicas*.

<https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/101>

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. *Universidad de la República: Facultad de agronomía*. Montevideo, Uruguay.

<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>  
<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>

Saucedo, J. A., Atoche, J. J. y Muñoz Pérez, S. P. (2021). Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura. *Revista Avances: Investigación en Ingeniería*, 18(2), 2-4. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6942>

Yuan, Y. y He, R. (2022). Study on prevention and treatment of capillary water rise for construction waste expansive soil subgrade. *Revista Heliyon*, 111-252. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11252>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Natividad Murillo, I. (2026). *Fibra de plástico pet y su influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Tipo de investigación:</b>
<b>PG:</b> ¿De qué manera la incorporación de fibra de plástico PET influye en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?	<b>OG:</b> Incorporar fibra de plástico PET para determinar la influencia en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.	<b>HG:</b> La incorporación de fibra de plástico PET influye significativamente en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos de la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.	Aplicada
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Enfoque de investigación:</b>
<b>PE1:</b> ¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?	<b>OE1:</b> Determinar las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.	<b>HE1:</b> Las propiedades físicas del suelo arcilloso en su estado natural, específicamente en la localidad de Inkari, distrito de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, 2023, presentan un alto nivel de plasticidad.	Cuantitativo
<b>PE2:</b> ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?	<b>OE2:</b> Determinar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.	<b>HE2:</b> Las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, se encuentra ubicada en la categoría subrasante pobre ( $S_1$ ).	<b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo
<b>PE3:</b> ¿Cuáles son las características		<b>HE3:</b> Se logró determinar las características	<b>Diseño de investigación:</b> Experimental
			<b>Población:</b> Suelos arcillosos en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado. <b>Muestra:</b> ocho calicatas adición de fibra de plástico PET en 2%, 4% y 6%. <b>Muestreo:</b> No probabilístico

---

físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

**PE4:** ¿Cuál será el porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023?

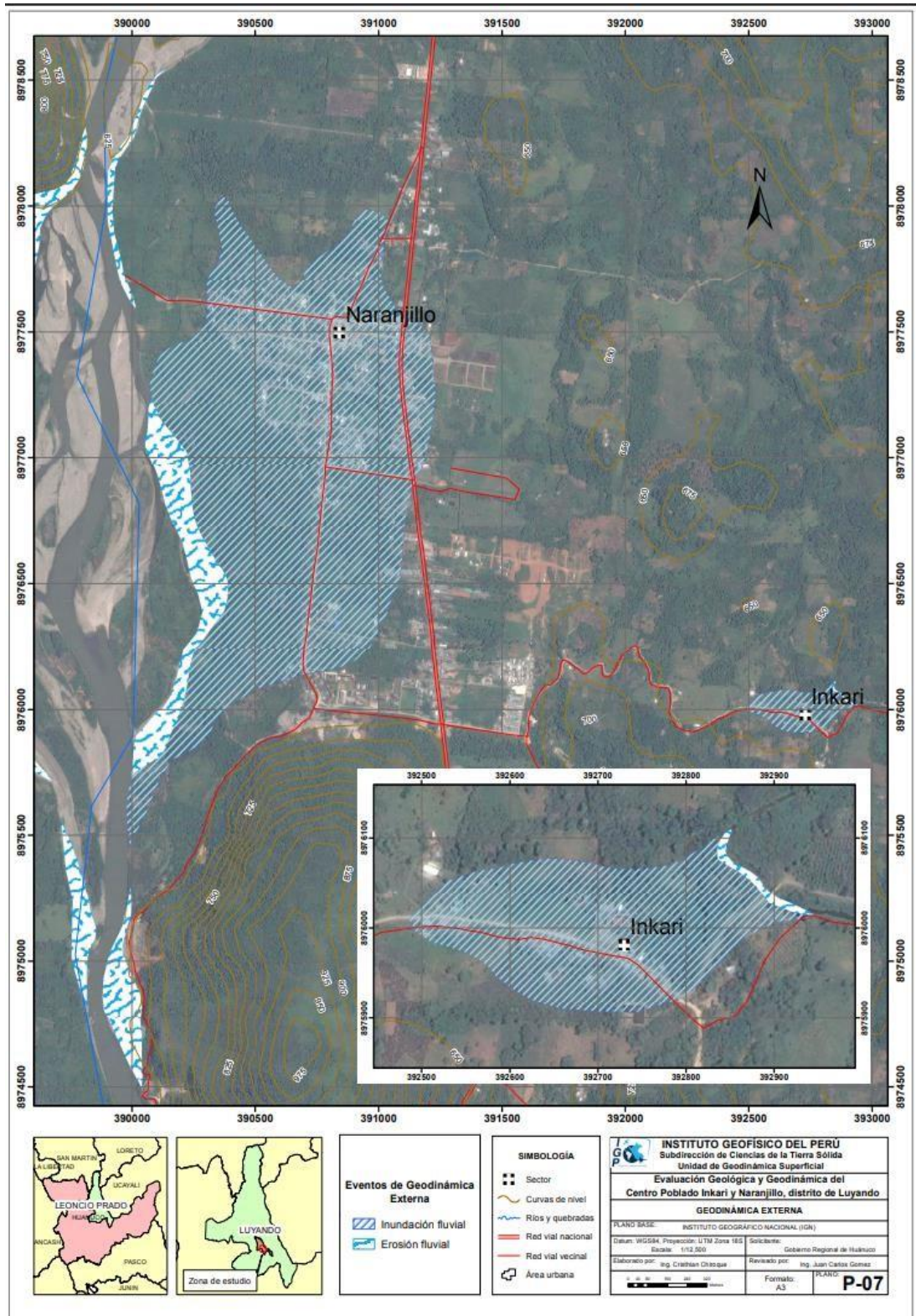
**OE3:** Calcular las características físicas (color, tamaño y peso) de la fibra de físicas de la fibra de plástico PET en suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023.

**OE4:** Determinar el porcentaje de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, la localidad Inkari, distrito Naranjillo, son los porcentajes de adición del 2%, 4% y provincia Leoncio Prado, 2023. **HE4:** El porcentaje de adición óptimo de fibras de plástico PET para tratar el suelo arcilloso en la localidad Inkari, distrito Naranjillo, provincia Leoncio Prado, 2023, son los porcentajes de adición del 2%, 4% y 6%.

---

## ANEXO 2

### MAPA DE GEODINÁMICA EXTERNA



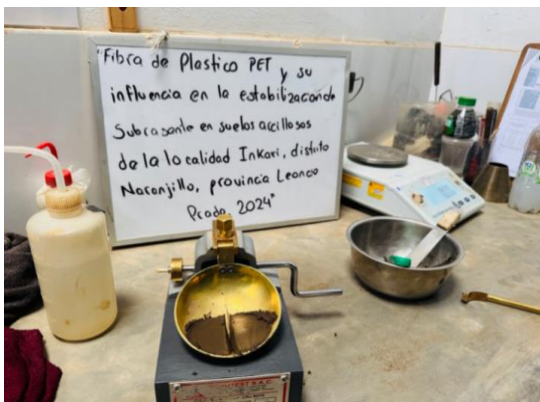
Fuente. Google Maps

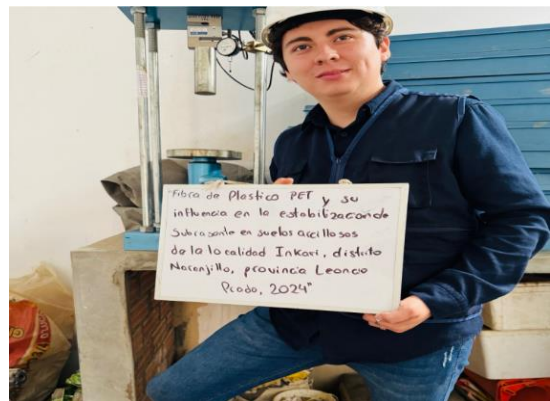


# ANEXO 4

## PANEL FOTOGRÁFICO DE TRABAJO EN EL LABORATORIO







# ANEXO 5

## RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO C-1



<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>UBICACION:</b>	E: 367233 N: 8883488 Z: 2051
<b>MUESTRA:</b>	M-1	<b>ESPESOR DEL ESTRATO:</b>	1.50 m
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
<b>FECHA:</b>	10 DICIEMBRE DEL 2024		
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423</b>			
<b>N° DE GOLPES</b>	36	24	15
Suelo Húmedo + Tarro	29.18	28.53	30.23
Suelo seco + Tarro	23.25	22.60	23.60
Peso de Tarro	11.26	11.02	11.19
Peso del Agua	5.94	5.94	6.63
Peso de Suelo Seco	11.99	11.57	12.41
<b>HUMEDAD %</b>	49.53	51.30	53.40
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424</b>			
<b>MUESTRA</b>	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	18.38	18.13	
Suelo seco + Tarro	17.03	16.85	
Peso de Tarro	11.22	11.17	
Peso del Agua	1.36	1.28	
Peso de Suelo Seco	5.81	5.69	
<b>HUMEDAD %</b>	23.37	22.46	
<b>DETALLE RESULTADOS</b>			
Limite liquido LL	51.13	%	
Limite plastico LP	22.91	%	
Indice plasticidad IP	28.22	%	
<b>CURVA DE FLUIDEZ</b>			

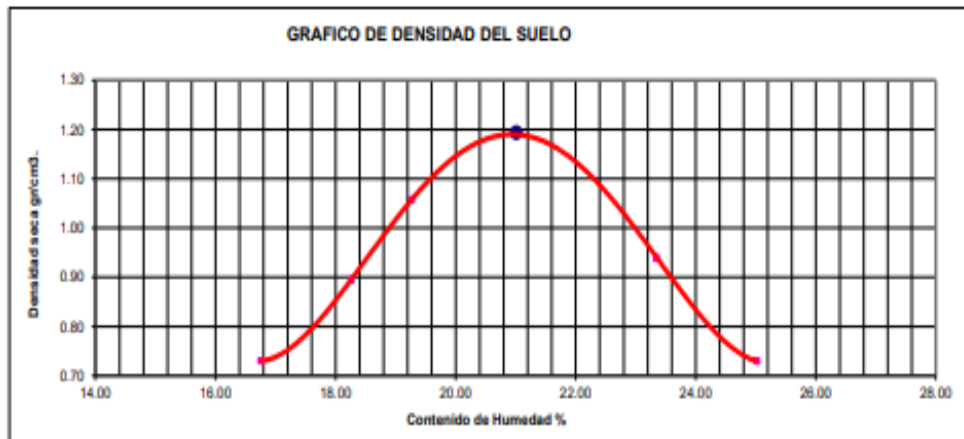
Mario S. Caballero N. Pinedo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leticia Villanueva Albal  
 CIP. 78839

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA**

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"				
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO				
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO				
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>MUESTRA:</b>	M-1		
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m				
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET				
<b>FECHA:</b>	10 DICIEMBRE DEL 2024				

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	7954	8287	8713	8499	7280
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	1799.40	2222.15	2647.78	2434.12	1914.77
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1532.66	1879.04	2220.04	1973.34	1531.53
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	0.85	1.06	1.26	1.16	0.91
Nº DE TARA						
DETERMINACIÓN		1	2	3	4	5
		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	438.9	416.3	423.1	428.0	439.0
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	368.3	352.6	354.7	347.0	351.2
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	61.69	64.27	68.35	81.82	87.87
PESO MUESTRA SECA	gr.	368.27	351.99	354.74	346.99	351.17
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.75	18.26	19.27	23.35	25.02
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	0.73	0.90	1.06	0.94	0.73



Densidad Máxima Seca:	1.194 gr/cm <sup>3</sup> .
Humedad Óptima:	21.01 %
Densidad Máxima húmeda:	1.445 gr/cm <sup>3</sup> .

*Mario S. ...*  
**Mario S. ...**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leónidas Villanueva Abad*  
**Ing. Leónidas Villanueva Abad**  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"											
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO											
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO											
CALICATA:	C-1				MUESTRA:				M-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET											
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024											
MOLDE:	4				5				6			
N. GOLPES:	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	9304		9395		9339		9554		8377		8636	
Peso del molde	6096		6096		6227		6227		6339		6339	
Peso del suelo humedo	3208		3299		3112		3327		2038		2297	
Volumen del molde	2120		2120		2113		2113		2113		2113	
Densidad humeda	1.51		1.56		1.47		1.57		0.96		1.09	
Humedad	21.05%				21.89%				21.02%			
Densidad seca	1.195				1.164				0.762			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	352.2	296.6			284.6	274.2			254.6	258.3		
Peso tara + suelo seco	291.4	246.3			234.4	227.4			210.9	212.9		
Peso del agua	60.80	52.30	0.00	0.00	50.20	46.80	0.00	0.00	43.70	45.40	0.00	0.00
Peso de los solidos	291.40	246.30	0.00	0.00	234.40	227.40	0.00	0.00	210.90	212.90	0.00	0.00
Humedad	20.86	21.23			21.42	20.58			20.72	21.32		
Humedad	21.05%				21.00%				21.02%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
07/12/2024	10:30:00	24h	45	45	0.39	59	59	0.51	60	60	0.52
08/12/2024	10:30:00	48h	65	65	0.56	89	89	0.76	85	85	0.73
09/12/2024	10:30:00	72h	92	92	0.79	105	105	0.90	105	105	0.90
10/12/2024	10:30:00	96h	138	138	1.19	145	145	1.25	142	142	1.22

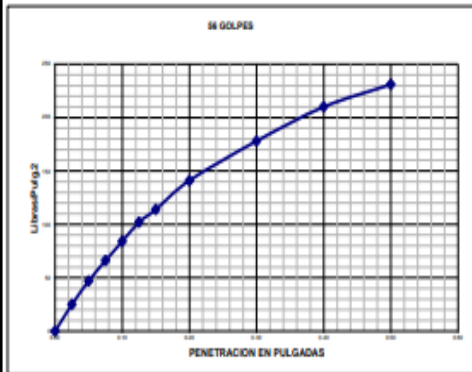
  

PENETR. PULO.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			MUESTRA N° 03			
		LIBRAS	Lib/Pulg.1			LIBRAS	Lib/Pulg.2		LIBRAS	Lib/Pulg.2		
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	7	74.9	25.0	25.0	6	63.8	21.3	21.0	4	45.6	14.5	15.0
0.05	14	140.5	45.8	47.0	12	121.3	40.4	40.0	9	90.3	30.1	30.0
0.08	20	196.7	65.6	66.0	18	177.6	59.2	59.0	13	132.9	44.3	44.0
0.10	25	252.9	84.3	84.0	22	225.1	75.0	75.0	17	173.5	57.8	58.0
0.13	31	306.6	107.3	107.0	28	285.1	98.4	98.0	21	238.8	80.6	79.0
0.15	34	342.6	114.2	114.0	30	300.4	100.5	100.0	24	240.9	80.3	80.0
0.20	42	421.6	140.5	141.0	36	358.9	119.6	120.0	29	292.9	97.6	98.0
0.30	53	534.7	176.3	176.0	45	454.0	151.3	151.0	37	367.6	122.5	123.0
0.40	63	631.1	210.4	210.0	52	526.5	175.5	175.0	43	427.9	142.6	143.0
0.50	69	693.3	251.1	251.0	58	581.5	193.8	194.0	47	471.4	157.2	157.0

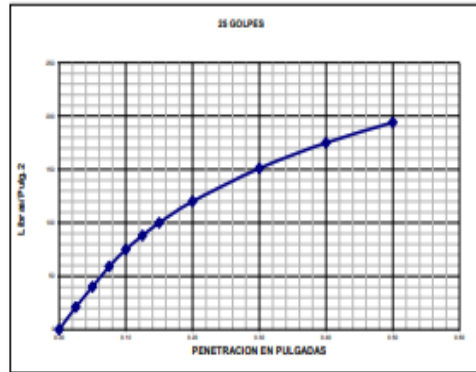
  
 Mario S. Salazar  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Ledineles Villanueva Albal  
 CIP. 78839

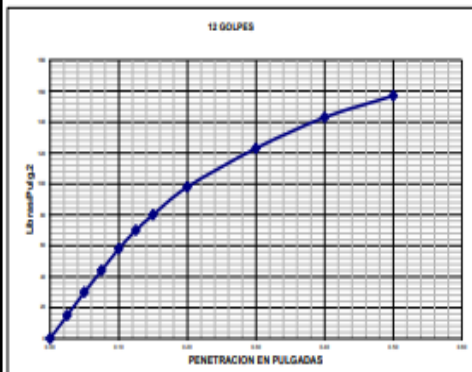
PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



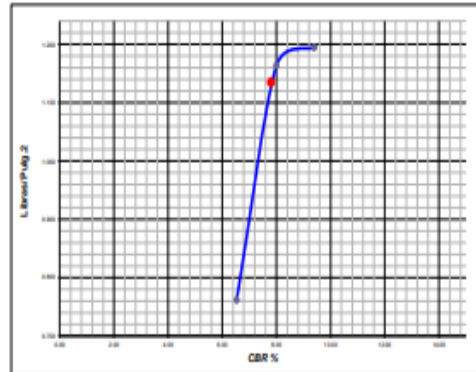
DENSIDAD SECA	1.195 t/cm <sup>3</sup>	
CBR a	0.1	8.4 %
CBR a	0.2	9.4 %



DENSIDAD SECA	1.164 t/cm <sup>3</sup>	
CBR a	0.1	7.5 %
CBR a	0.2	8.0 %



DENSIDAD SECA	0.762 t/cm <sup>3</sup>	
CBR a	0.1	5.8 %
CBR a	0.2	6.5 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS
CBR CON 56 GOLPES =	9.40	1.195
CBR CON 25 GOLPES =	8.00	1.164
CBR CON 12 GOLPES =	6.53	0.762
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.40	
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.80	

*Mario S. Domínguez N. Mario*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leidy Vilaverde Abad*  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	UBICACIÓN:	E: 367217 N: 8863340 Z: 2063
MUESTRA:	M-2	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		

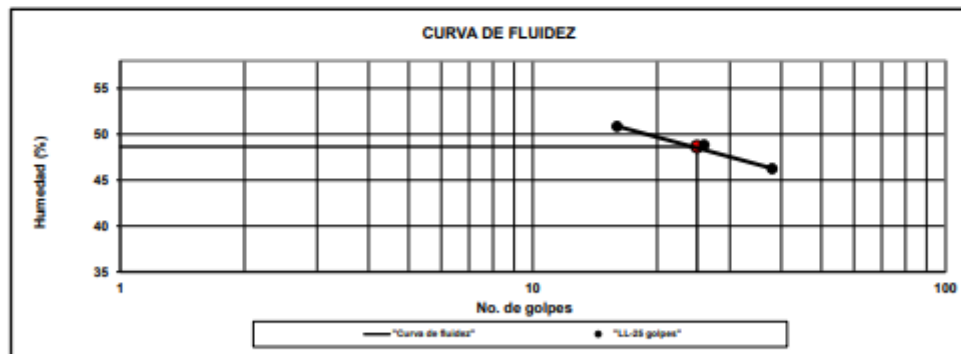
**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423**

N° DE GOLPES	38	26	16
Suelo Húmedo + Tarro	26.42	26.11	28.37
Suelo seco + Tarro	21.67	21.25	22.61
Peso de Tarro	11.38	11.29	11.28
Peso del Agua	4.76	4.86	5.76
Peso de Suelo Seco	10.29	9.96	11.33
HUMEDAD %	46.24	48.81	50.83

**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424**

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.61	18.05
Suelo seco + Tarro	16.48	16.84
Peso de Tarro	11.25	11.28
Peso del Agua	1.13	1.21
Peso de Suelo Seco	5.24	5.56
HUMEDAD %	21.58	21.68

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	48.65	%
Límite plástico LP	21.63	%
Índice plasticidad IP	27.02	%



  
 Mario S. C. Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

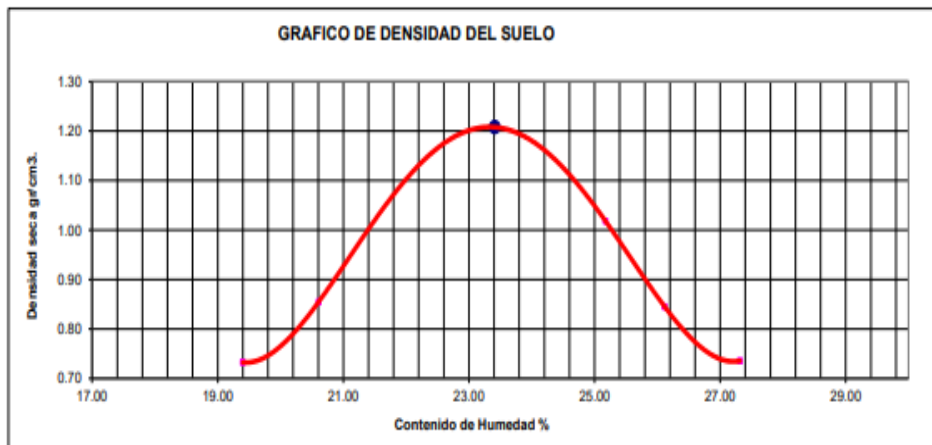
  

 Ing. Leónidas Villanueva Abal  
 CIP. 78839

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA**

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO
<b>CALICATA:</b>	C-1 <b>MUESTRA:</b> M-2
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET
<b>FECHA:</b>	10 DICIEMBRE DEL 2024

PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	gr.	7901	8229	8740	8303	8032
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HUMEDA	gr.	1836.38	2164.22	2675.26	2237.99	1967.13
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup> .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1538.04	1794.45	2137.23	1774.56	1545.08
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup> .	0.87	1.03	1.27	1.07	0.94
Nº DE TARA						
DETERMINACIÓN		1	2	3	4	5
		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HUMEDA + TARA	gr.	514.5	496.8	519.5	512.1	523.2
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	430.9	411.9	415.1	406.0	410.9
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	83.59	84.87	104.50	106.04	112.24
PESO MUESTRA SECA	gr.	430.92	411.88	415.10	406.02	410.92
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.40	20.61	25.17	26.12	27.32
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup> .	0.73	0.85	1.02	0.85	0.74



Densidad Máxima Seca:	1.208 gr/cm <sup>3</sup> .
Humedad Óptima:	23.41 %
Densidad Máxima húmeda:	1.491 gr/cm <sup>3</sup> .

Mario S. Caramazza Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leóndis Villanueva Abal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"					
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO					
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO					
CALICATA:	C-1		MUESTRA:		M-2	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET					
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024					

MUESTRA.	13				14				15			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	11125		11333		11015		11299		10159		10429	
Peso del molde	7762		7762		7759		7759		7753		7753	
Peso del suelo humedo	3363		3571		3256		3540		2406		2676	
Volumen del suelo	2124		2124		2120		2120		2130		2130	
Densidad humeda	1.58		1.68		1.54		1.67		1.13		1.26	
Humedad	23.74%				23.51%				23.34%			
Densidad seca	1.38				1.175				0.96			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	224.5	235.6			270.1	265.8			241.5	255.3		
Peso tara + suelo seco	182.4	189.4			218.6	215.3			195.6	207.2		
Peso del agua	42.10	46.20	0.00	0.00	51.50	50.50	0.00	0.00	45.90	48.10	0.00	0.00
Peso de los solidos	182.40	189.40	0.00	0.00	218.60	215.30	0.00	0.00	195.60	207.20	0.00	0.00
humedad	23.08	24.39			23.58	23.48			23.47	23.21		
Promedio de humedad	23.74%				23.51%				23.34%			

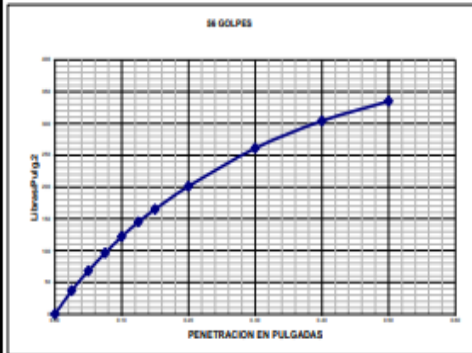
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
07/12/2024	8am-9am	1 hora	35	35	0.30	39	39	0.33	40	40	0.34
08/12/2024	9am-11am	2 horas	45	45	0.39	61	61	0.52	74	74	0.64
09/12/2024	11am-4pm	4 horas	50	50	0.43	74	74	0.64	84	84	0.72
30/12/2024	4pm-11am	19 horas	104	104	0.89	119	119	1.02	132	132	1.13

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03	
		LIBRAS	Lb/Pulg.2		LIBRAS	Lb/Pulg.2		LIBRAS	Lb/Pulg.2
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
0.03	11	110.7	36.9	37.0	92.3	30.8	31.0	63.4	21.1
0.05	20	204.3	68.1	68.0	170.3	56.8	57.0	131.4	43.8
0.08	29	289.4	96.5	96.0	241.3	80.4	80.0	193.2	64.4
0.10	36	366.0	122.0	122.0	305.2	101.7	102.0	252.2	84.1
0.13	43	434.1	144.7	145.0	361.9	120.6	121.0	303.6	101.2
0.15	49	493.7	164.6	165.0	411.6	137.2	137.0	350.3	116.8
0.20	60	604.3	201.4	201.0	503.9	168.0	168.0	426.0	142.0
0.30	78	783.1	261.0	261.0	652.9	217.6	218.0	534.8	178.3
0.40	91	910.8	303.6	304.0	739.3	253.1	253.0	622.3	207.4
0.50	100	1004.4	334.8	335.0	837.4	279.1	279.0	685.7	228.6

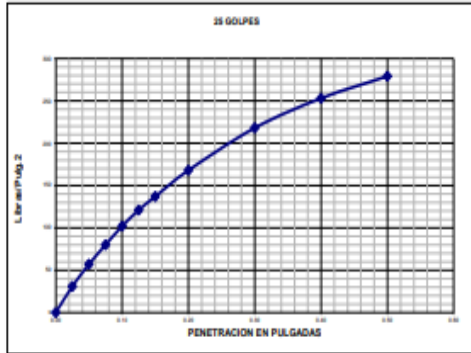
  
 Mario S. C. C. Natividad  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leonidas Villavejo Abad  
 CIP. 78839

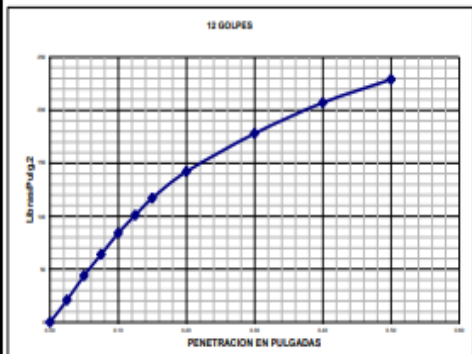
PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLASTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



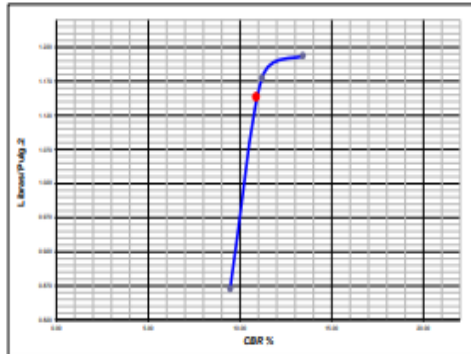
DENSIDAD SECA		1.208 t/cm <sup>3</sup>
CBR a	0.1	12.2 %
CBR a	0.2	13.4 %



DENSIDAD SECA		1.175 t/cm <sup>3</sup>
CBR a	0.1	10.2 %
CBR a	0.2	11.2 %



DENSIDAD SECA		0.866 t/cm <sup>3</sup>
CBR a	0.1	8.4 %
CBR a	0.2	9.5 %

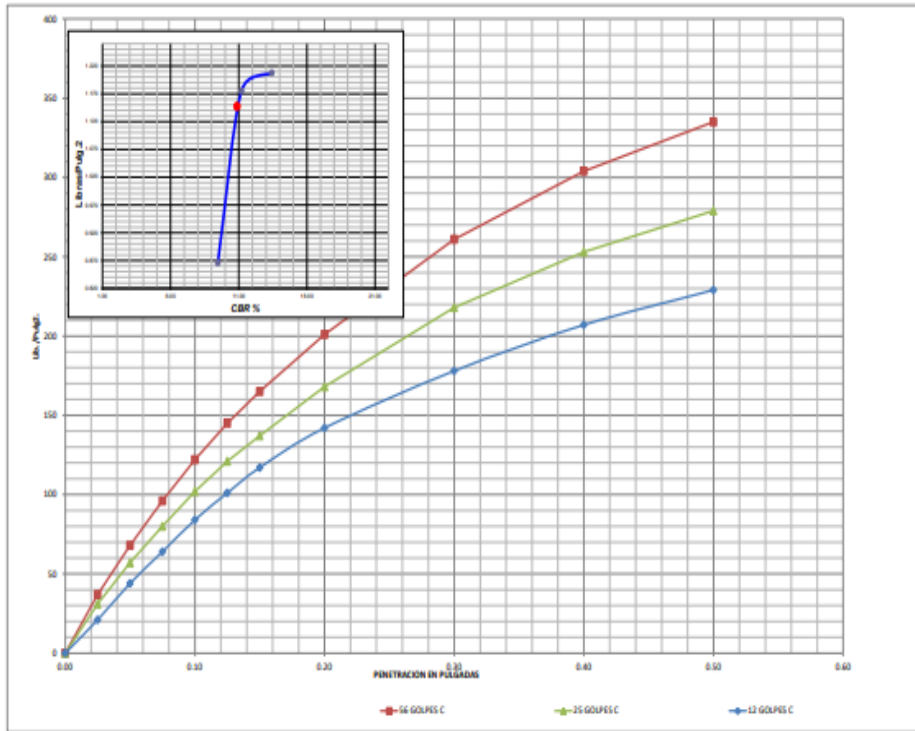


RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS
CBR CON 56 GOLPES =	13.43	1.208
CBR CON 25 GOLPES =	11.20	1.175
CBR CON 12 GOLPES =	9.47	0.866
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	13.43	
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	10.88	

*Mario S. Zambrana Nolasco*  
 Mario S. Zambrana Nolasco  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leinides Villanueva Albal*  
 Ing. Leinides Villanueva Albal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLASTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.208	DENS. SECA 1.175	DENS. SECA 0.886	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.= 13.43
CBR A 0.1"	12.2	CBR A 0.1" 10.2	CBR A 0.1" 8.4	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX.= 10.88
CBR A 0.2"	13.4	CBR A 0.2" 11.2	CBR A 0.2" 9.5	

*Mario S. Villanueva Naranjo*  
 Mario S. Villanueva Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leobardo Villanueva Albal*  
 Ing. Leobardo Villanueva Albal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	UBICACIÓN:	E: 366812 N: 8883995 Z: 2091
MUESTRA:	M-3	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		

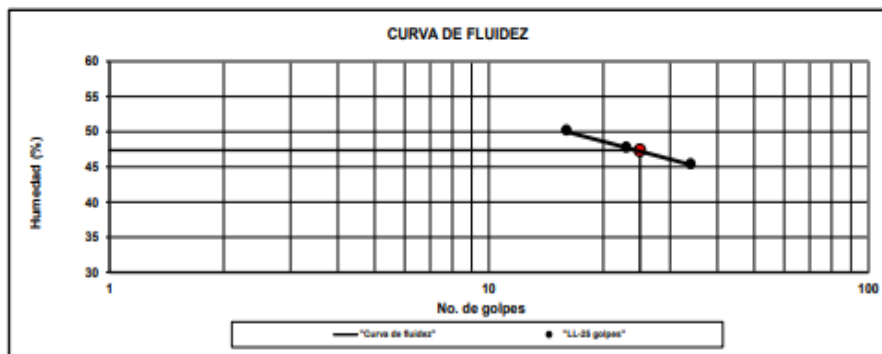
**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423**

N° DE GOLPES	34	23	16
Suelo Húmedo + Tarro	27.87	31.37	26.94
Suelo seco + Tarro	22.71	24.89	21.61
Peso de Tarro	11.35	11.32	11.00
Peso del Agua	5.16	6.48	5.33
Peso de Suelo Seco	11.36	13.56	10.61
HUMEDAD %	45.44	47.81	50.23

**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424**

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.08	17.72
Suelo seco + Tarro	16.77	16.39
Peso de Tarro	11.25	11.17
Peso del Agua	1.31	1.33
Peso de Suelo Seco	5.51	5.22
HUMEDAD %	23.75	25.54

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	47.36	%
Límite plástico LP	24.64	%
Índice plasticidad IP	22.71	%



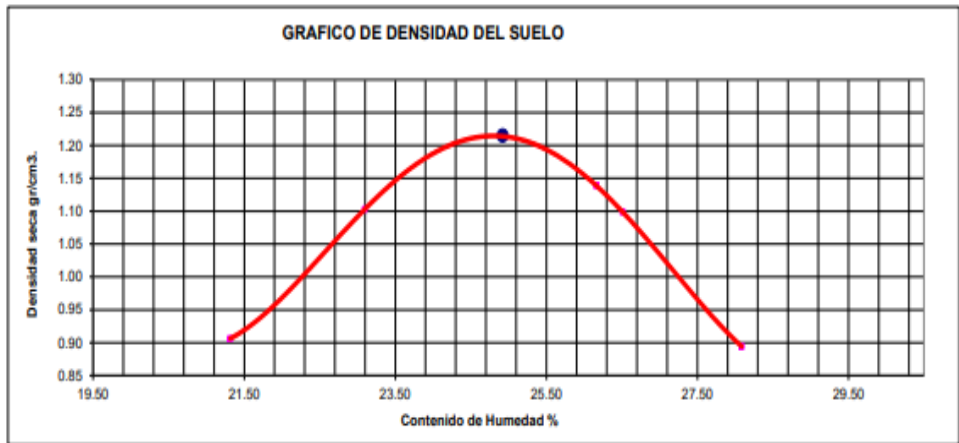
  
 Mario S. Zambrano Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leónidas Villacueva Abal  
 CIP. 78839

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA**

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO
<b>CALICATA:</b>	C-1 <b>MUESTRA:</b> M-3
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET
<b>FECHA:</b>	10 DICIEMBRE DEL 2024

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8373	8915	9081	8983	8470
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2307.64	2849.79	3015.90	2917.93	2404.72
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup> .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1902.22	2315.09	2390.54	2306.49	1877.43
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup> .	1.10	1.36	1.44	1.39	1.15
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	435.0	554.7	499.4	490.8	495.8
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	358.6	450.6	395.9	388.0	387.8
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	76.43	104.08	103.56	102.85	108.93
PESO MUESTRA SECA	gr.	358.59	450.62	395.88	387.98	387.84
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.31	23.10	26.16	26.51	28.09
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup> .	0.91	1.10	1.14	1.10	0.89



Densidad Máxima Seca:	1.215 gr/cm <sup>3</sup> .
Humedad Óptima:	24.92 %
Densidad Máxima húmeda:	1.518 gr/cm <sup>3</sup> .

Mario S. Zamanueva Nieto  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villaveca Abad  
 CIP. 78839

<b>PROYECTO:</b>	<b>TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"</b>		
<b>UBICACION:</b>	<b>LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO</b>		
<b>TESISTA:</b>	<b>BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO</b>		
<b>CALICATA:</b>	<b>C-1</b>	<b>MUESTRA:</b>	<b>M-3</b>
<b>PROFUNDIDAD:</b>	<b>1.50 m</b>		
<b>DETALLE:</b>	<b>MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLASTICO PET</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>10 DICIEMBRE DEL 2024</b>		

MOLDE.	7		8		9	
N. GOLPES.	56		25		12	
CONDICION	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo humedo	9567	9578	10858	11241	8587	8727
Peso del molde	6074	6074	7533	7533	6506	6506
Peso del suelo humedo	3493	3504	3325	3708	2081	2221
Volumen del molde	2157	2157	2119	2119	2135	2135
Densidad humeda	1.62	1.62	1.57	1.75	0.97	1.04
Humedad	34.93%		34.95%		34.89%	
Densidad seca	1.216		1.176		0.732	

IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	269.8	282.3			302.5	312.4			225.4	231.7		
Peso tara + suelo seco	216.8	225.1			242.3	249.8			181.4	184.6		
Peso del agua	53.05	57.20	0.00	0.00	60.20	62.60	0.00	0.00	44.00	47.10	0.00	0.00
Peso de los solidos	216.80	225.10	0.00	0.00	242.30	249.80	0.00	0.00	181.40	184.60	0.00	0.00
humedad	24.45	25.41			24.85	25.06			24.26	25.51		
Humedad	24.93%				24.95%				24.89%			

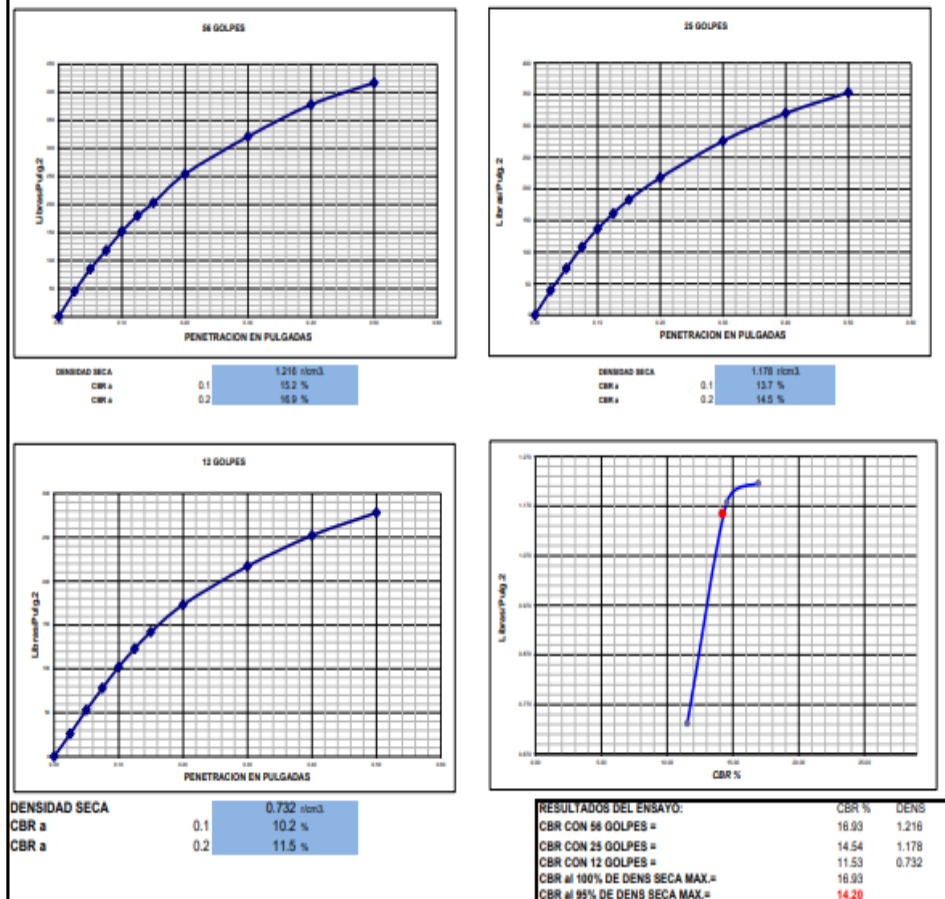
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
07/12/2024	10:30:00	24h	26	26	0.22	31	31	0.27	37	37	0.32
08/12/2024	10:30:00	48h	35	35	0.30	39	39	0.33	48	48	0.41
09/12/2024	10:30:00	72h	49	49	0.42	56	56	0.48	62	62	0.53
10/12/2024	10:30:00	96h	94	94	0.81	105	105	0.90	115	115	0.99

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03	
		LIBRAS	Lb/Pulg.2		LIBRAS	Lb/Pulg.2		LIBRAS	Lb/Pulg.2
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
0.03	13	135.3	45.1	45.0	116.3	38.8	39.0	77.1	25.7
0.05	25	253.8	84.6	85.0	221.2	73.7	74.0	159.7	53.2
0.08	35	355.3	118.4	118.0	323.8	107.9	108.0	233.0	78.3
0.10	45	456.8	152.3	152.0	410.4	136.8	137.0	306.6	102.2
0.13	54	541.3	180.4	180.0	483.4	161.1	161.0	369.0	123.0
0.15	61	609.0	203.0	203.0	549.5	183.2	183.0	423.8	141.9
0.20	76	761.3	253.8	254.0	654.4	218.1	218.0	517.7	172.6
0.30	96	964.3	321.4	321.0	827.7	275.9	276.0	649.7	216.6
0.40	113	1133.5	377.8	378.0	959.9	320.0	320.0	756.3	252.1
0.50	125	1291.9	417.3	417.0	1060.3	353.4	353.0	833.3	277.8

  
 Mario S. Altamirano Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leinides Villanueva Abal

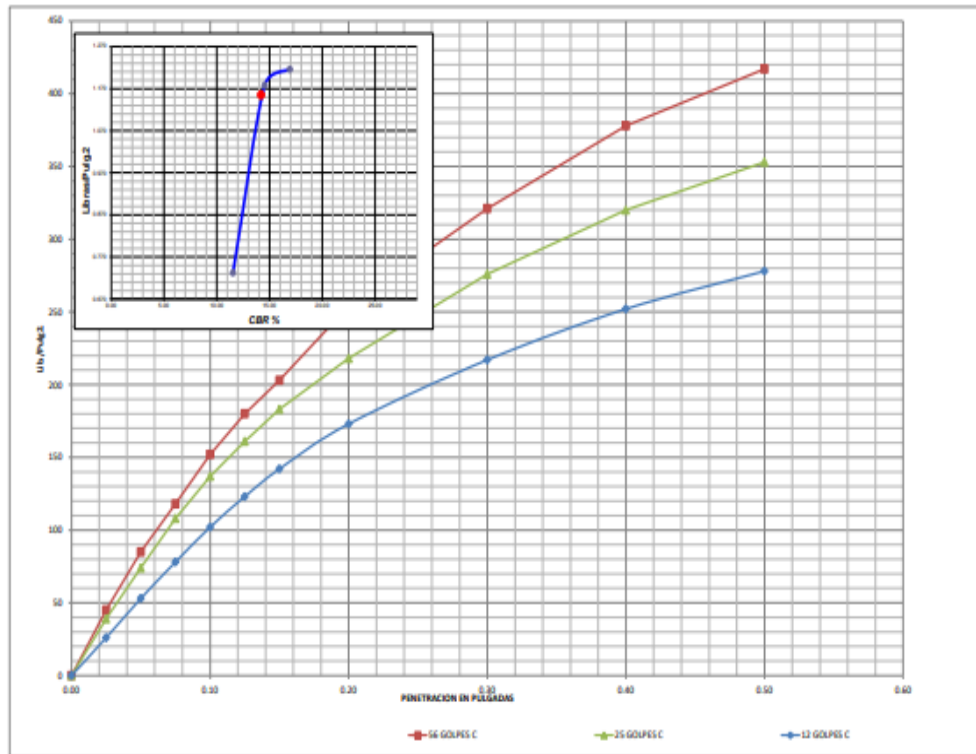
PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-3
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



*Mario S. Villanueva Naranjo*  
 Mario S. Villanueva Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leidy Villegas Albal*  
 Ing. Leidy Villegas Albal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-3
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLASTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA.	1.216	DENS. SECA 1.178	DENS. SECA 0.732	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.=
CBR A 0.1"	15.2	CBR A 0.1" 13.7	CBR A 0.1" 10.2	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX.=
CBR A 0.2"	16.9	CBR A 0.2" 14.5	CBR A 0.2" 11.5	<b>16.93</b>
				<b>14.2</b>

*Mario S. Zambrano V. Nieto*  
 Mario S. Zambrano V. Nieto  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leónidas Villanueva Albal*  
  
 Ing. Leónidas Villanueva Albal  
 CIP. 78839

## ANEXO 6

### RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO C-2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"					
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO					
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO					
CALICATA:	C-2	MUESTRA:			M-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET					
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8008	8450	8997	8547	8136
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	1943.34	2384.58	2931.82	2481.71	2071.18
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup> .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1711.03	2072.73	2503.52	2068.15	1702.92
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup> .	0.93	1.14	1.40	1.18	0.99
Nº DE TARA						
DETERMINACIÓN		1	2	3	4	5
		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	559.4	551.3	555.5	556.8	581.4
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	501.3	479.2	482.9	472.3	478.0
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	58.06	72.09	82.61	84.45	103.37
PESO MUESTRA SECA	gr.	501.32	479.16	482.90	472.35	478.04
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.58	15.05	17.11	20.00	21.82
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup> .	0.82	0.99	1.19	0.99	0.81

**GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO**

Densidad Máxima Seca:	1.201 gr/cm <sup>3</sup> .
Humedad Óptima:	17.62 %
Densidad Máxima húmeda:	1.413 gr/cm <sup>3</sup> .

  
 Mario Santillana Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leonidas Villanueva Albal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO
CALICATA:	C-2 MUESTRA: M-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLASTICO PET
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024

MOLDE.	4				5				6			
	N. GOLPES.											
	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	9188		9278		9233		9445		8377		8636	
Peso del molde	8096		8096		8227		8227		8339		8339	
Peso del suelo humedo	3092		3182		3006		3218		2038		2297	
Volumen del molde	2120		2120		2113		2113		2113		2113	
Densidad humeda	1.46		1.50		1.42		1.52		0.96		1.09	
Humedad	17.64%				17.73%				17.58%			
Densidad seca	1.201				1.170				0.795			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	316.5	328.8			255.8	241.6			285.9	303.4		
Peso tara + suelo seco	268.5	279.9			217.3	205.2			243.1	258.1		
Peso del agua	48.00	48.79	0.00	0.00	38.50	36.40	0.00	0.00	42.80	45.30	0.00	0.00
Peso de los solidos	268.50	279.90	0.00	0.00	217.30	205.20	0.00	0.00	243.10	258.10	0.00	0.00
Humedad	17.88	17.40			17.72	17.74			17.61	17.55		
Humedad	17.84%				17.73%				17.58%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
07/12/2024	10:30:00	24h	35	35	0.30	45	45	0.30	65	65	0.56
08/12/2024	10:30:00	48h	58	58	0.48	62	62	0.53	115	115	0.99
09/12/2024	10:30:00	72h	98	98	0.84	121	121	1.04	145	145	1.25
10/12/2024	10:30:00	96h	145	145	1.25	165	165	1.42	195	195	1.67

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03		
		LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	7	75.9	34.6	25.0	6	63.2	21.1	21.0	4	42.6	14.3	14.0
0.05	14	138.5	46.2	46.0	12	120.2	40.1	40.0	9	86.6	29.5	30.0
0.08	19	193.9	64.6	65.0	18	175.9	58.6	59.0	13	130.4	43.5	43.0
0.10	25	249.3	83.1	83.0	22	222.9	74.3	74.0	17	170.2	56.7	57.0
0.13	29	295.4	98.5	98.0	28	262.6	87.5	88.0	20	204.8	68.3	68.0
0.15	33	332.4	110.8	111.0	30	298.5	99.5	99.0	24	236.3	78.8	79.0
0.20	41	415.5	136.5	136.0	35	355.4	118.5	118.0	29	287.3	95.8	96.0
0.30	52	526.5	175.4	175.0	45	449.6	149.9	150.0	36	360.6	120.2	120.0
0.40	62	618.6	206.2	206.0	52	521.4	175.8	174.0	42	419.7	139.9	140.0
0.50	68	663.2	227.7	226.0	57	578.9	192.0	192.0	48	462.8	154.2	154.0

  
 Mario S. Zúñiga N. Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

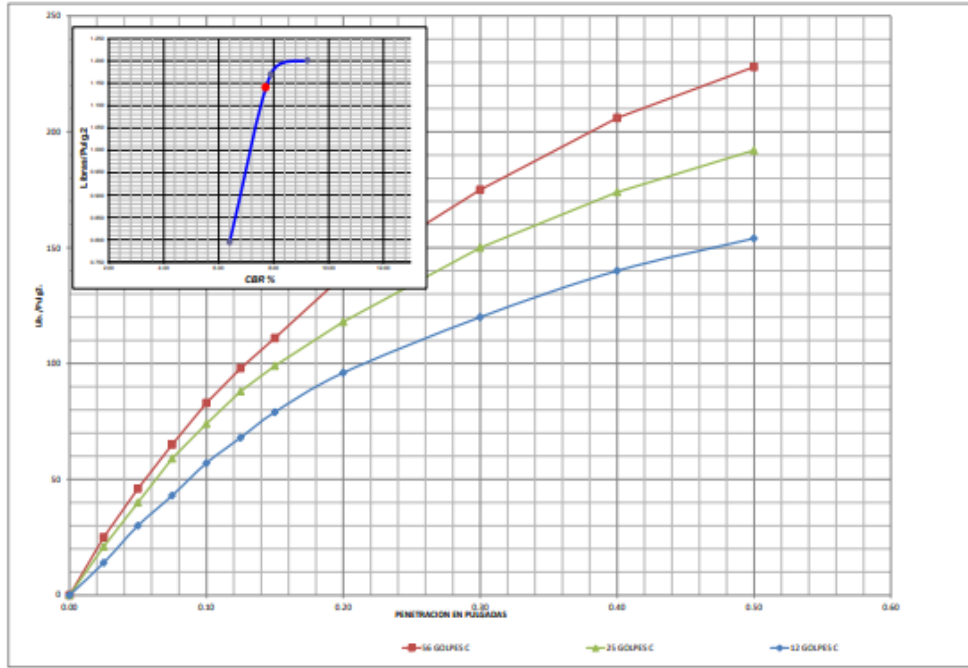
  
 Ing. Leidy Villegas Albal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"																				
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO																				
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO																				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-1																		
PROFUNDIDAD:	1.50 m																				
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET																				
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024																				
<p>56 GOLPES</p>		<p>25 GOLPES</p>																			
DENSIDAD SECA CBR a 0.1      1.201 vicid. 0.2      8.3 % 0.2      9.2 %		DENSIDAD SECA CBR a 0.1      1.170 vicid. 0.2      7.4 % 0.2      7.9 %																			
<p>12 GOLPES</p>																					
DENSIDAD SECA CBR a 0.1      0.795 vicid. 0.2      5.7 % 0.2      6.4 %		<b>RESULTADOS DEL ENSAYO:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CBR %</th> <th>DENS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CBR CON 56 GOLPES =</td> <td>9.23</td> <td>1.201</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td>7.90</td> <td>1.170</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>6.40</td> <td>0.795</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>9.23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>7.71</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CBR %	DENS	CBR CON 56 GOLPES =	9.23	1.201	CBR CON 25 GOLPES =	7.90	1.170	CBR CON 12 GOLPES =	6.40	0.795	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.23		CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.71	
	CBR %	DENS																			
CBR CON 56 GOLPES =	9.23	1.201																			
CBR CON 25 GOLPES =	7.90	1.170																			
CBR CON 12 GOLPES =	6.40	0.795																			
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.23																				
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.71																				

*Mario S. Salazar*  
 Mario S. Salazar N. Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leónidas Villanueva Abal*  
 Ing. Leónidas Villanueva Abal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 2% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.201	DENS. SECA 1.170	DENS. SECA 0.790	CBR a 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =
CBR A 0.1"	8.3	CBR A 0.1" 7.4	CBR A 0.1" 5.7	CBR a 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =
CBR A 0.2"	9.2	CBR A 0.2" 7.9	CBR A 0.2" 6.4	<b>9.23</b>
				<b>7.71</b>

*Mario S. Villanueva N. Pazho*  
 Mario S. Villanueva N. Pazho  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leinides Villanueva Abad*  
  
 Ing. Leinides Villanueva Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-2	UBICACION:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2063
MUESTRA:	M-2	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLASTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		

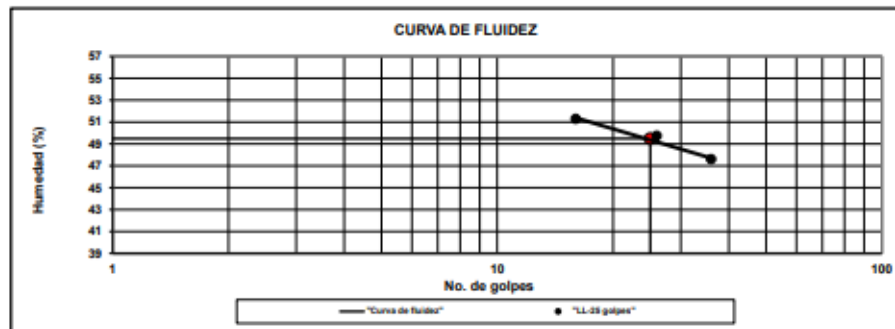
**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423**

N° DE GOLPES	36	26	16
Suelo Húmedo + Tarro	26.49	26.15	28.40
Suelo seco + Tarro	21.61	21.21	22.60
Peso de Tarro	11.37	11.29	11.28
Peso del Agua	4.88	4.94	5.80
Peso de Suelo Seco	10.24	9.93	11.32
HUMEDAD %	47.61	49.75	51.29

**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424**

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.61	18.06
Suelo seco + Tarro	16.49	16.83
Peso de Tarro	11.25	11.26
Peso del Agua	1.12	1.24
Peso de Suelo Seco	5.24	5.56
HUMEDAD %	21.41	22.22

DETALLE	RESULTADOS	
Limite líquido LL	49.48	%
Limite plástico LP	21.82	%
Indice plasticidad IP	27.67	%



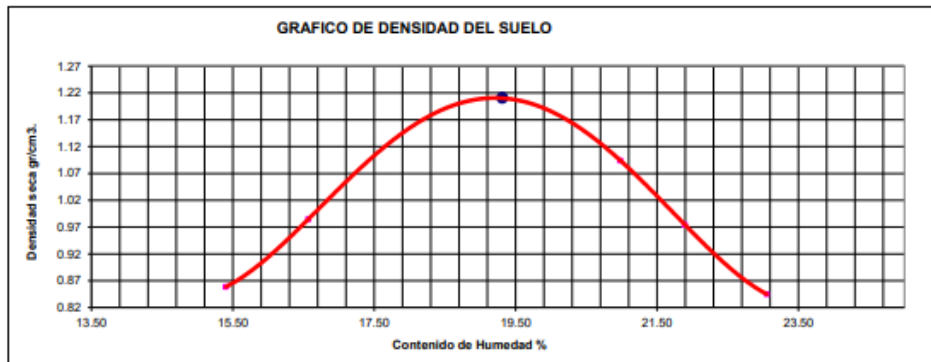
*Mario S. Villanueva N. Castro*  
**Mario S. Villanueva N. Castro**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leónidas Villanueva Abad*  
**Ing. Leónidas Villanueva Abad**  
 CIP. 78839

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA**

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"				
<b>UBICACIÓN:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO				
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO				
<b>CALICATA:</b>	C-2	<b>MUESTRA:</b>	M-2		
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m				
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET				
<b>FECHA:</b>	10 DICIEMBRE DEL 2024				

<b>PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE</b>	gr.	8145	8474	8843	8559	8247
<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr.	2079.74	2409.20	2778.39	2493.72	2182.39
<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	cm <sup>3</sup> .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>	gr.	1802.23	2066.80	2296.55	2045.86	1773.57
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	0.99	1.15	1.32	1.19	1.04
<b>N° DE TARA</b>		1	2	3	4	5
<b>DETERMINACION</b>		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
<b>PESO MUEST. HUMEDA + TARA</b>	gr.	494.3	477.2	499.2	491.9	502.6
<b>PESO MUESTRA SECA + TARA</b>	gr.	428.3	409.4	412.6	403.6	408.4
<b>PESO DE LA TARA</b>	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr.	65.96	67.82	86.57	88.35	94.15
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr.	428.34	409.41	412.60	403.58	408.45
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	15.40	16.57	20.98	21.89	23.05
<b>DENSIDAD SECA</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	0.86	0.98	1.09	0.97	0.84



<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.211 gr/cm <sup>3</sup> .
<b>Humedad Óptima:</b>	19.31 %
<b>Densidad Máxima húmeda:</b>	1.445 gr/cm <sup>3</sup> .

  
 Mario S. Santarivera Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leonidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"											
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO											
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO											
CALICATA:	C-2				MUESTRA:				M-2			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 4% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET											
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024											
MUESTRA:	13				14				15			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	10950		11155		10856		11135		9985		10251	
Peso del molde	7762		7762		7750		7759		7753		7753	
Peso del suelo humedo	3188		3393		3097		3376		2232		2498	
Volumen del suelo	2124		2124		2120		2120		2130		2130	
Densidad humeda	1.50		1.80		1.46		1.50		1.05		1.17	
Humedad	19.37%				19.29%				19.35%			
Densidad seca	1.210				1.179				0.845			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	308.2	332.6			324.6	341.6			258.6	227.4		
Peso tara + suelo seco	258.3	278.5			271.4	287.1			215.6	191.5		
Peso del agua	49.90	54.10	0.00	0.00	53.20	54.50	0.00	0.00	43.00	35.90	0.00	0.00
Peso de los solidos	258.30	278.50	0.00	0.00	271.40	287.10	0.00	0.00	215.60	191.50	0.00	0.00
humedad	19.32	19.43			19.60	18.98			19.94	18.75		
Promedio de humedad	19.37%				19.29%				19.35%			

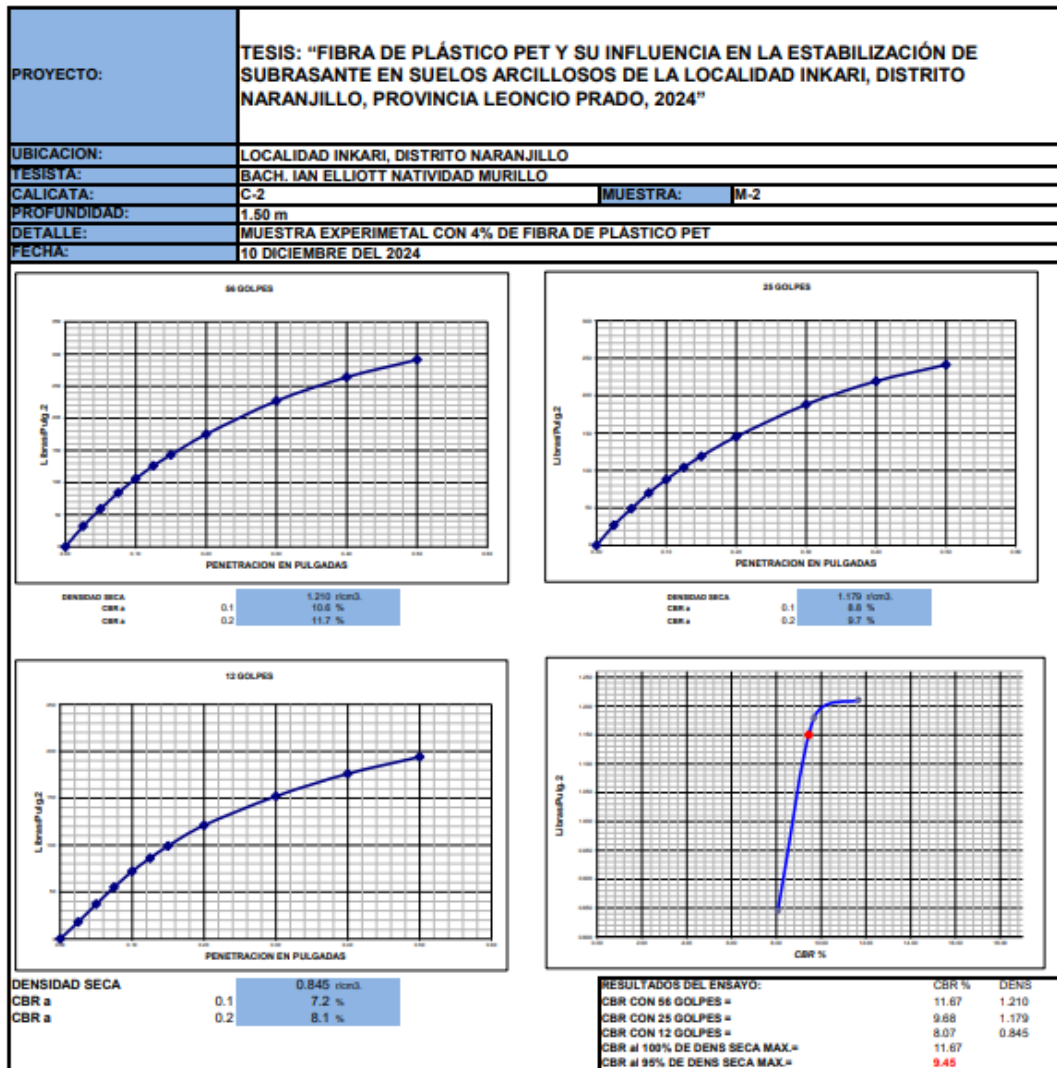
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/12/2024	8am-9am	1 hora	55	55	0.47	69	69	0.59	85	85	0.73
08/12/2024	9am-11am	2 horas	72	72	0.82	79	79	0.88	95	95	0.82
09/12/2024	11am-4pm	4 horas	90	90	0.77	105	105	0.90	132	132	1.13
10/12/2024	4pm-11am	10 horas	135	135	1.16	152	152	1.31	174	174	1.49

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	
0.03	10	96.1	32.0	32.0	5	79.7	26.6	27.0	5	54.0	18.0	18.0
0.05	18	177.4	59.1	59.0	15	147.2	49.1	49.0	11	111.8	37.3	37.0
0.08	25	261.3	83.8	84.0	21	208.5	69.5	70.0	16	164.4	54.8	55.0
0.10	32	317.9	106.0	106.0	26	263.7	87.9	88.0	21	214.6	71.5	72.0
0.13	38	377.0	125.7	126.0	31	312.8	104.3	104.0	26	256.3	86.1	86.0
0.15	43	428.7	142.9	143.0	35	355.7	118.6	119.0	30	298.1	99.4	99.0
0.20	52	524.6	174.9	175.0	43	435.5	145.2	145.0	36	362.4	120.6	121.0
0.30	68	690.1	226.7	227.0	56	564.3	188.1	188.0	45	455.0	151.7	152.0
0.40	79	790.9	263.6	264.0	65	656.3	218.8	219.0	53	520.4	176.5	176.0
0.50	87	872.3	288.8	291.0	72	723.7	241.2	241.0	58	583.4	194.5	194.0

  
 Mario S. Villanueva Albal  
 TÉCNICO LABORATORISTA

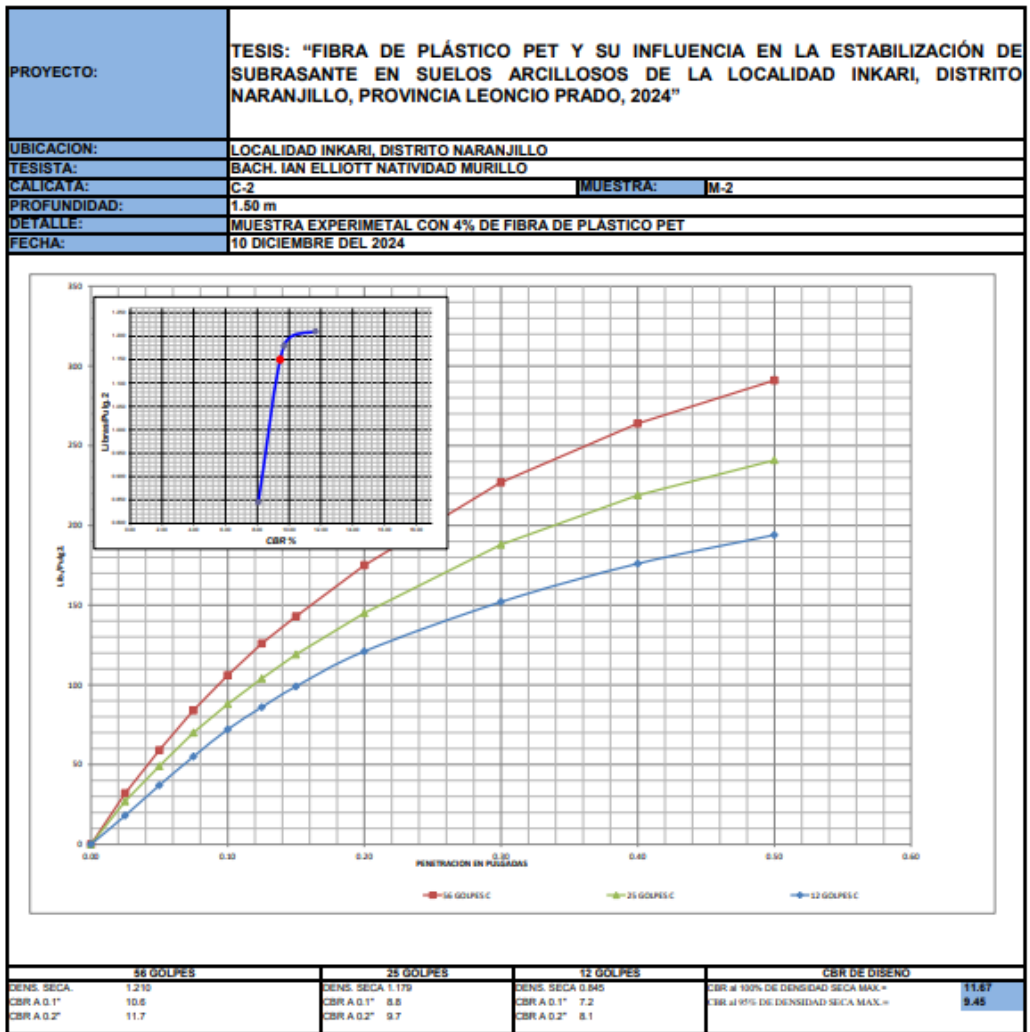
  
 Ing. Leónidas Villanueva Albal  
 CIP. 78839



  
 Mario S. Zúñiga N. Nieto  
 TÉCNICO LABORATORISTA

 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839



  
 Mario Sebastián Natividad Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOT Y NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-2	UBICACIÓN:	E: 366812 N: 8883995 Z: 2091
MUESTRA:	M-3	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423</b>			
<b>N° DE GOLPES</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>15</b>
Suelo húmedo + Tarro	27.81	31.37	27.00
Suelo seco + Tarro	22.75	24.89	21.56
Peso de Tarro	11.36	11.32	10.99
Peso del Agua	5.06	6.49	5.44
Peso de Suelo Seco	11.40	13.56	10.57
<b>HUMEDAD %</b>	<b>44.41</b>	<b>47.81</b>	<b>51.49</b>
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	
Suelo húmedo + Tarro	18.03	17.67	
Suelo seco + Tarro	16.81	16.43	
Peso de Tarro	11.30	11.22	
Peso del Agua	1.22	1.24	
Peso de Suelo Seco	5.51	5.21	
<b>HUMEDAD %</b>	<b>22.10</b>	<b>23.71</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>RESULTADOS</b>		
Limite liquido LL	47.20	%	
Limite plastico LP	22.91	%	
Índice plasticidad IP	24.30	%	
<b>CURVA DE FLUIDEZ</b>			
<p>The graph plots Humedad (%) on the y-axis (30 to 60) against No. de golpes on the x-axis (1 to 100). A solid line labeled 'Curva de fluidez' shows a downward trend. A red dot labeled 'L.L. 25 golpes' is located at approximately 47.2% humidity for 25 blows.</p>			

*Mario S. Villanueva Murillo*  
 Mario S. Villanueva Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leónidas Villanueva Abad*  
 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78838



<b>PROYECTO:</b>	<b>TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"</b>											
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO											
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO											
<b>CALICATA:</b>	C-2				<b>MUESTRA:</b>				M-3			
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m											
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET											
<b>FECHA:</b>	10 DICIEMBRE DEL 2024											
<b>MOLDE:</b>	7				8				9			
<b>N. GOLPES:</b>	56				25				12			
<b>CONDICION</b>	EN SUMERGIR		SUMERGIDO		EN SUMERGIR		SUMERGIDO		EN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	9377		9387		10679		11055		8513		8652	
Peso del molde	6074		6074		7533		7533		6506		6506	
Peso del suelo humedo	3303		3313		3146		3522		2007		2146	
Volumen del molde	2157		2157		2119		2159		2125		2135	
Densidad humeda	1.53		1.54		1.48		1.68		0.94		1.01	
Humedad	31.48%				36.42%				30.46%			
Densidad seca	1.218				1.182				0.748			
<b>IDENTIFICACION DE TARA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	226.3	219.5			215.4	209.3			254.1	252.8		
Peso tara + suelo seco	187.6	182.4			179.2	173.5			211.5	209.3		
Peso del agua	38.70	37.10	0.00	0.00	36.20	35.80	0.00	0.00	42.60	43.50	0.00	0.00
Peso de los solidos	187.60	182.40	0.00	0.00	179.20	173.50	0.00	0.00	211.50	209.30	0.00	0.00
Humedad	20.63	20.34			20.20	20.63			20.14	20.78		
Humedad	20.48%				20.42%				20.46%			

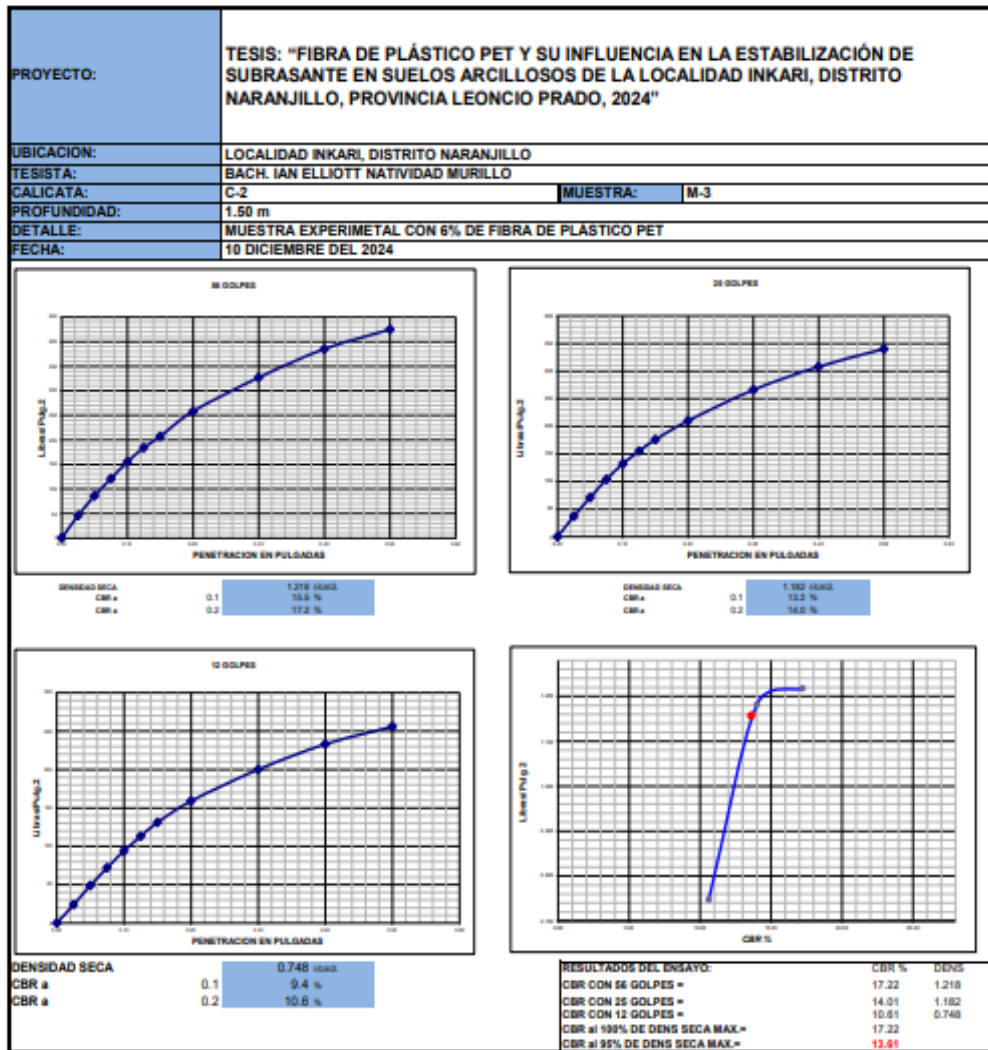
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
07/12/2024	10:30:00	24h	29	29	0.25	38	38	0.33	52	52	0.45
08/12/2024	10:30:00	48h	45	45	0.39	52	52	0.45	62	62	0.53
09/12/2024	10:30:00	72h	58	58	0.50	65	65	0.56	84	84	0.72
10/12/2024	10:30:00	96h	67	67	0.83	114	114	0.99	130	130	1.19

PENETR. PULS.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	LIB/Pulg.1	LIB/Pulg.2		LIBRAS	LIB/Pulg.1	LIB/Pulg.2		LIBRAS	LIB/Pulg.1	LIB/Pulg.2
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	14	137.8	45.9	45.0	11	112.0	37.3	37.0	7	71.1	23.7	24.0
0.05	26	259.3	86.1	86.0	21	211.1	71.0	71.0	15	147.3	49.1	49.0
0.08	36	361.6	120.5	121.0	31	311.9	104.0	104.0	22	216.7	70.2	72.0
0.10	46	464.9	155.0	155.0	39	395.4	131.8	132.0	28	282.9	94.3	94.0
0.13	55	551.0	183.7	184.0	46	465.6	155.2	155.0	34	340.4	113.5	113.0
0.15	62	619.9	206.6	207.0	53	529.3	176.4	176.0	39	392.7	130.9	131.0
0.20	77	774.9	259.3	258.0	63	636.3	209.1	209.0	48	477.5	159.2	159.0
0.30	98	891.5	327.2	327.0	79	797.3	255.8	256.0	60	596.3	198.8	198.0
0.40	115	1153.7	384.6	385.0	92	924.6	308.2	308.0	69	697.5	232.5	233.0
0.50	127	1274.2	424.7	425.0	102	1021.9	340.5	340.0	77	768.0	256.2	256.0

  
 Mario S. Altamirano V. Perú  
 TÉCNICO LABORATORISTA

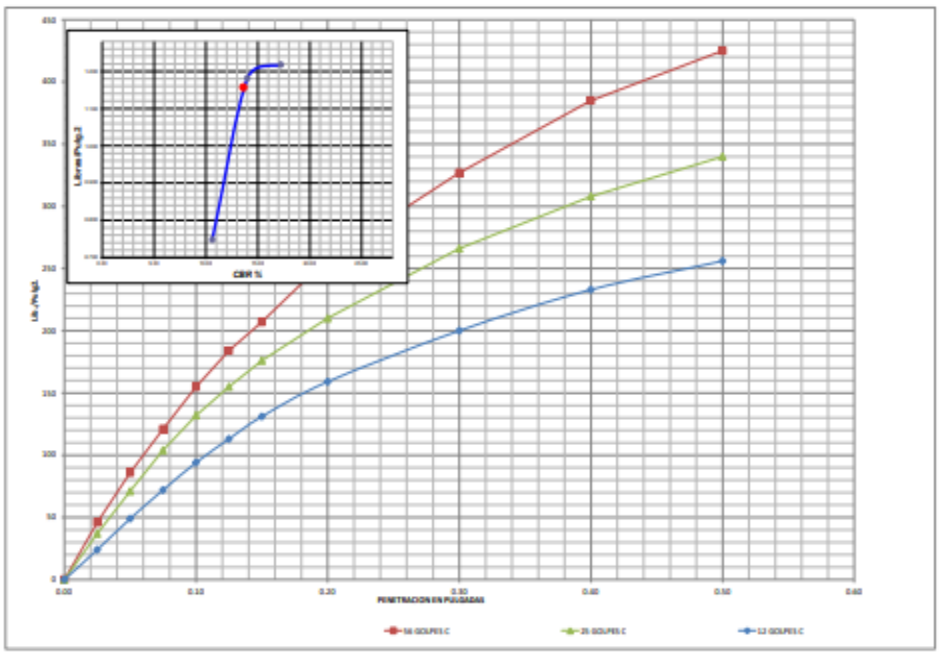
  
 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839



Mario S. Villanueva Albal  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leóncio Villanueva Albal  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-3
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6% DE FIBRA DE PLÁSTICO PET		
FECHA:	10 DICIEMBRE DEL 2024		



	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.218	DENS. SECA 1.182	DENS. SECA 0.798	CBR a 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 17.22
CBR A 0.1"	15.5	CBR A 0.1" 13.2	CBR A 0.1" 9.4	CBR a 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 13.61
CBR A 0.2"	17.2	CBR A 0.2" 14.0	CBR A 0.2" 10.6	

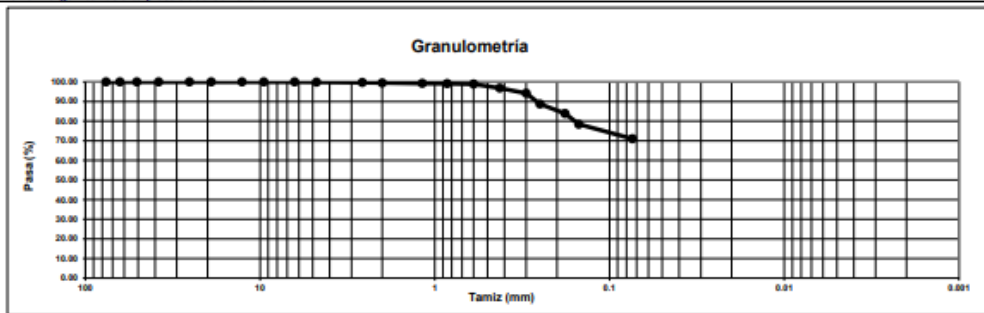
*Mario S. Villanueva*  
**Mario S. Villanueva**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leobidas Villanueva Albal*  
**Ing. Leobidas Villanueva Albal**  
 CIP. 78839

## ANEXO 7

### RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO C1-M1

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"																																							
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO																																							
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO																																							
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>MUESTRA:</b>	M-1	<b>UBICACIÓN:</b>	LOC. INKARI	<b>ESPEJOR DEL ESTRATO:</b>	1.50 m																																	
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA PATRON																																							
<b>FECHA:</b>	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024																																							
<b>PESO INICIAL:</b>	1352.6 Gr.		<b>% DE HUMEDAD :</b>	16.99%		<b>MUESTRA HUMEDA INICIAL</b>	900.1 Gr.																																	
<b>FRACCION:</b>	1352.6 Gr.					<b>MUESTRA SECA INICIAL:</b>	769.4 Gr.																																	
<b>TAMIZ Nº</b>	<b>DIAMETRO (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO PARCIAL</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>DETALLES Y DESCRIPCION</b>																																		
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a:  <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">28.96%</div> Observaciones :  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Modulo de fineza (MF)</td> <td style="width: 20%;">0.33</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Limite liquido LL</td> <td>52.94</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Limite plastico LP</td> <td>23.20</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Indice plasticidad IP</td> <td>29.74</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td>99.89</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):</td> <td>71.04</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>NP</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td>NP</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>NP</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>NP</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>NP</td> <td>mm</td> </tr> </table>		Modulo de fineza (MF)	0.33		Limite liquido LL	52.94	%	Limite plastico LP	23.20	mm	Indice plasticidad IP	29.74	mm	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	99.89	mm	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	71.04	mm	D60:	NP	mm	D30:	NP	mm	D10 (diámetro efectivo):	NP	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP	mm	Grado de curvatura (Cc):	NP	mm
Modulo de fineza (MF)	0.33																																							
Limite liquido LL	52.94	%																																						
Limite plastico LP	23.20	mm																																						
Indice plasticidad IP	29.74	mm																																						
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	99.89	mm																																						
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	71.04	mm																																						
D60:	NP	mm																																						
D30:	NP	mm																																						
D10 (diámetro efectivo):	NP	mm																																						
Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP	mm																																						
Grado de curvatura (Cc):	NP	mm																																						
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00																																			
No 4	4.76	1.50	0.11	0.11	99.89																																			
No 8	2.6	2.60	0.19	0.30	99.70																																			
No 10	2	2.60	0.19	0.50	99.50																																			
No 16	1.18	3.40	0.25	0.75	99.25																																			
No 20	0.85	1.40	0.10	0.85	99.15																																			
No 30	0.6	2.90	0.21	1.06	98.94																																			
No 40	0.425	28.10	2.08	3.14	96.86																																			
No 50	0.3	35.50	2.63	5.77	94.23																																			
No 60	0.25	74.20	5.49	11.26	88.74																																			
No 80	0.18	65.10	4.81	16.07	83.93																																			
No 100	0.15	74.90	5.54	21.61	78.39																																			
No 200	0.074	99.40	7.35	28.96	71.04																																			
CAZOLETA	0.000	969.9	71.04	100.00	0.00																																			
<b>TOTAL</b>		<b>1352.6</b>	<b>100.00</b>																																					
Clasificación AAHSTO																																								
Material limoso-arenoso																																								
Pobre a malo como subgrado																																								
A-7-6 ( 21 ) Suelo arcilloso																																								
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)																																								
Suelo de partículas finas.																																								
Arcilla inorgánica de alta plasticidad con arena CH																																								



  
 Mario S. Castillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leonidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	UBICACION:	LOC. INKARI
MUESTRA:	M-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024		
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423</b>			
<b>N° DE GOLPES</b>	<b>37</b>	<b>24</b>	<b>14</b>
Suelo Húmedo + Tarro	29.26	28.65	30.36
Suelo seco + Tarro	23.19	22.51	23.49
Peso de Tarro	11.25	11.00	11.17
Peso del Agua	6.07	6.14	6.87
Peso de Suelo Seco	11.94	11.50	12.33
HUMEDAD %	50.82	53.41	55.73
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	
Suelo Húmedo + Tarro	18.39	18.14	
Suelo seco + Tarro	17.04	16.83	
Peso de Tarro	11.20	11.16	
Peso del Agua	1.36	1.31	
Peso de Suelo Seco	5.83	5.67	
HUMEDAD %	23.24	23.16	
<b>DETALLE RESULTADOS</b>			
Limite liquido LL	52.94	%	
Limite plastico LP	23.20	%	
Índice plasticidad IP	29.74	%	
<b>CURVA DE FLUIDEZ</b>			

  
 Mario S. Cárdenas Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

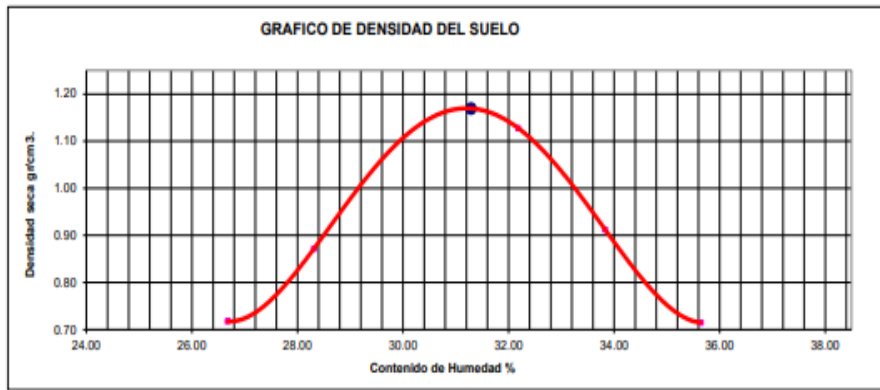
  

 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA**

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"				
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO				
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO				
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>MUESTRA:</b>	M-1		
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m				
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA PATRON				
<b>FECHA:</b>	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024				

<b>PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE</b>	gr.	7973	8412	9193	8627	8100
<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr.	1907.71	2346.99	3128.32	2562.14	2034.98
<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	cm <sup>3</sup> .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>	gr.	1506.03	1829.16	2366.63	1914.45	1500.20
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	0.91	1.12	1.49	1.22	0.97
<b>N° DE TARA DETERMINACIÓN</b>		1	2	3	4	5
		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
<b>PESO MUEST. HUMEDA + TARA</b>	gr.	526.6	509.8	529.3	524.2	537.7
<b>PESO MUESTRA SECA + TARA</b>	gr.	415.7	397.3	400.4	391.7	396.4
<b>PESO DE LA TARA</b>	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr.	110.87	112.48	128.87	132.50	141.30
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr.	415.68	397.31	400.41	391.66	396.38
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	26.67	28.31	32.18	33.83	35.65
<b>DENSIDAD SECA</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	0.72	0.87	1.13	0.91	0.71



<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.169	gr/cm <sup>3</sup> .
<b>Humedad Óptima:</b>	31.29	%
<b>Densidad Máxima húmeda:</b>	1.538	gr/cm <sup>3</sup> .

Mario S. Natividad Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"					
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO					
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO					
CALICATA:	C-1		MUESTRA:	M-1		
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA PATRON					
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024					

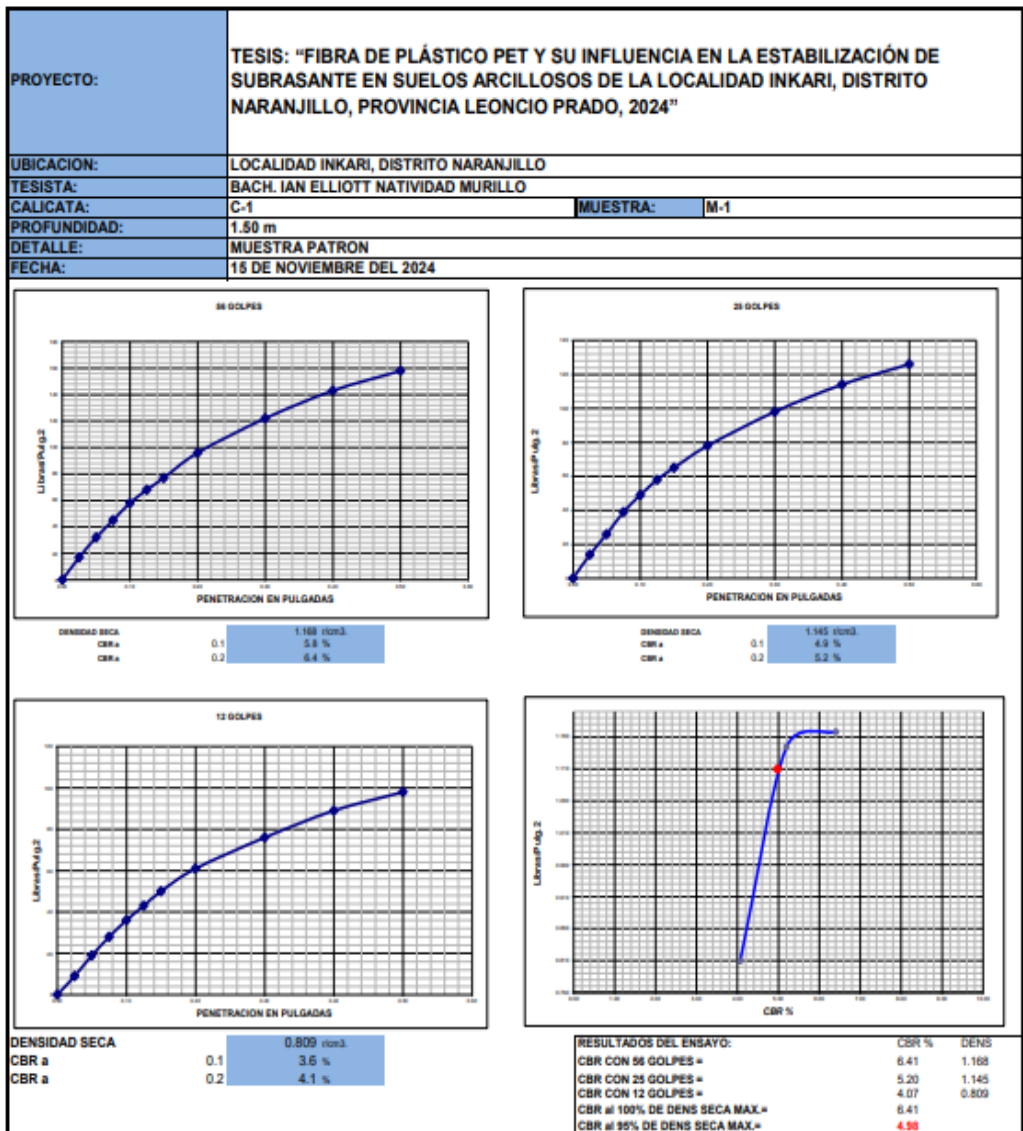
MOLDE.	4				5				6			
	N. GOLPES.											
CONDICION	56				25				12			
	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	9700	9795	9747	9971	8826	9102						
Peso del molde	6096	6096	6227	6227	6339	6339						
Peso del suelo humedo	3604	3699	3520	3744	2489	2763						
Volumen del molde	2120	2120	2113	2113	2113	2113						
Densidad humeda	1.70	1.74	1.67	1.77	1.18	1.31						
Humedad	31.29%				31.29%				31.29%			
Densidad seca	1.168				1.145				0.899			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	205.3	241.8			234.8	219.6			232.4	208.6		
Peso tara + suelo seco	201.9	184.2			178.9	167.2			177.1	158.8		
Peso del agua	63.40	57.40	0.00	0.00	55.90	52.40	0.00	0.00	55.30	49.80	0.00	0.00
Peso de los solidos	201.90	184.20	0.00	0.00	178.90	167.20	0.00	0.00	177.10	158.80	0.00	0.00
humedad	31.40	31.16			31.25	31.34			31.23	31.36		
Humedad	31.28%				31.29%				31.29%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
12/11/2024	10:30:00	24h	58	58	0.50	66	66	0.57	72	72	0.62
13/11/2024	10:30:00	48h	95	95	0.82	99	99	0.85	121	121	1.04
14/11/2024	10:30:00	72h	99	99	0.85	121	121	1.04	145	145	1.25
15/11/2024	10:30:00	96h	145	145	1.25	165	165	1.42	192	192	1.65

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	Lb/Pulg.2.			LIBRAS	Lb/Pulg.2.			LIBRAS	Lb/Pulg.2.	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	5	51.3	17.1	17.0	4	41.5	13.6	14.0	3	27.2	8.1	9.0
0.05	10	96.1	32.0	32.0	8	79.0	26.3	26.0	6	56.3	18.8	19.0
0.08	13	134.5	44.8	44.0	12	115.6	38.5	39.0	8	62.9	27.6	28.0
0.10	17	173.0	57.7	58.0	15	146.5	48.8	49.0	11	88.2	36.1	36.0
0.13	20	205.0	68.3	68.0	17	172.5	57.5	58.0	13	130.2	43.4	43.0
0.15	23	230.6	76.9	77.0	20	196.1	65.4	65.0	15	150.2	50.1	50.0
0.20	29	288.3	96.1	96.0	23	233.6	77.9	78.0	18	182.6	60.9	61.0
0.30	36	365.2	121.7	122.0	29	299.5	96.5	96.0	23	229.2	76.4	76.0
0.40	43	429.2	143.1	143.0	34	342.6	114.2	114.0	27	286.8	89.9	89.0
0.50	47	474.1	158.0	158.0	36	376.5	126.2	126.0	29	304.0	98.0	98.0

*Mario S. Manabea Naranjo*  
**Mario S. Manabea Naranjo**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

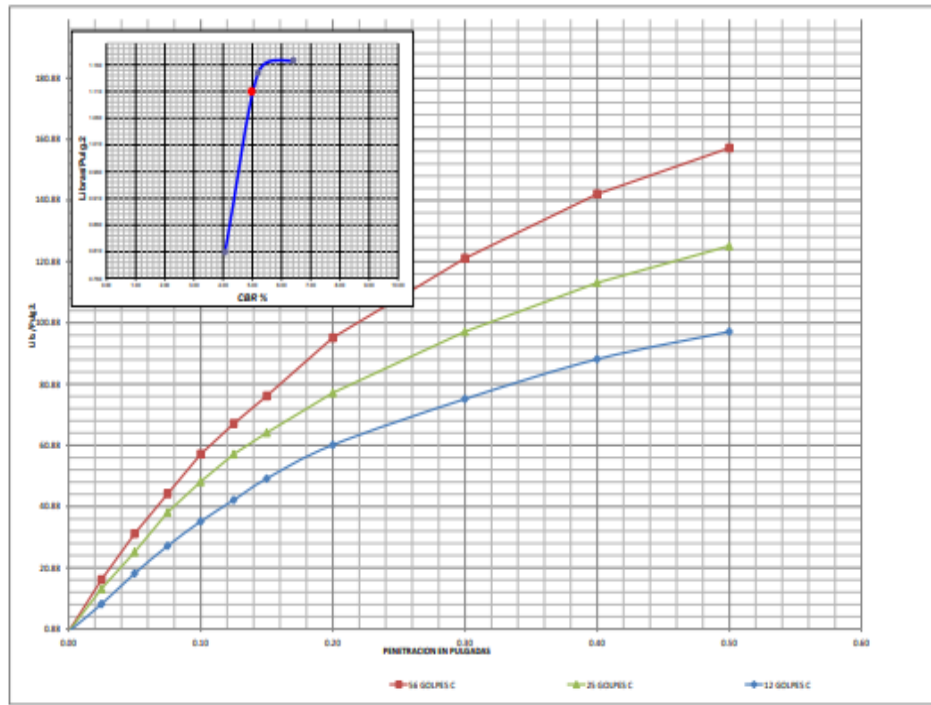
*Ing. Leónidas Villavejena Albal*  
  
**Ing. Leónidas Villavejena Albal**  
 CIP. 78839



Mario S. Manabe N. Patis  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leóncio Villaverde Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024		



	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.108	DENS. SECA 1.145	DENS. SECA 0.809	CBR a 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =
CBR A 0.1"	5.8	CBR A 0.1" 4.9	CBR A 0.1" 3.6	CBR a 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =
CBR A 0.2"	6.4	CBR A 0.2" 5.2	CBR A 0.2" 4.1	<b>8.41</b>
				<b>4.98</b>

  
 Mario S. Altamirano Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leonidas Villaveca Abad  
 CIP. 78839

## ANEXO 8

### RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO C2-M2

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"																																			
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO																																			
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO																																			
<b>CALICATA:</b>	C-2	<b>MUESTRA:</b>	M-2	<b>UBICACIÓN:</b>	LOC. INKARI	<b>ESPESOR DEL ESTRATO:</b>	1.50 m																													
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA PATRON																																			
<b>FECHA:</b>	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024																																			
<b>PESO INICIAL:</b>	1485.1 Gr.	<b>% DE HUMEDAD :</b>	16.85%	<b>MUESTRA HUMEDA INICIAL</b>	1065.8 Gr.																															
<b>FRACCION:</b>	1485.1 Gr.			<b>MUESTRA SECA INICIAL:</b>	912.1 Gr.																															
<b>TAMIZ N°</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO PARCIAL</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>DETALLES Y DESCRIPCION</b>																														
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a:  <div style="font-size: 24px; font-weight: bold;">33.48%</div> Observaciones :  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Modulo de fineza (MF)</td> <td style="width: 30%;">0.32</td> </tr> <tr> <td>Limite liquido LL</td> <td>52.02</td> </tr> <tr> <td>Limite plastico LP</td> <td>22.94</td> </tr> <tr> <td>Indice plasticidad IP</td> <td>29.08</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz N° 4 (5mm):</td> <td>99.80</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):</td> <td>66.52</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>NP</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td>NP</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>NP</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> </table>		Modulo de fineza (MF)	0.32	Limite liquido LL	52.02	Limite plastico LP	22.94	Indice plasticidad IP	29.08	Pasa tamiz N° 4 (5mm):	99.80	%	Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	66.52	%	D60:	NP	mm	D30:	NP	mm	D10 (diámetro efectivo):	NP	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP		Grado de curvatura (Cc):	NP	
Modulo de fineza (MF)	0.32																																			
Limite liquido LL	52.02																																			
Limite plastico LP	22.94																																			
Indice plasticidad IP	29.08																																			
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	99.80	%																																		
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	66.52	%																																		
D60:	NP	mm																																		
D30:	NP	mm																																		
D10 (diámetro efectivo):	NP	mm																																		
Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP																																			
Grado de curvatura (Cc):	NP																																			
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																															
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00																															
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00																															
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1/4"	6.35	1.20	0.08	0.08	99.92																															
No 4	4.76	1.80	0.12	0.20	99.80																															
No 8	2.6	1.30	0.09	0.29	99.71																															
No 10	2	2.60	0.18	0.46	99.54																															
No 16	1.18	1.40	0.09	0.56	99.44																															
No 20	0.85	2.90	0.20	0.75	99.25																															
No 30	0.6	2.30	0.15	0.91	99.09																															
No 40	0.425	21.40	1.44	2.35	97.65																															
No 50	0.3	29.60	1.99	4.34	95.66																															
No 60	0.25	71.30	4.80	9.14	90.86																															
No 80	0.18	85.10	5.73	14.87	85.13																															
No 100	0.15	121.40	8.17	23.05	76.95																															
No 200	0.074	154.90	10.43	33.48	66.52																															
<b>CAZOLETA</b>	<b>0.899</b>	<b>987.9</b>	<b>66.52</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>																															
<b>TOTAL</b>	<b>1485.1</b>	<b>1485.1</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>																															
<b>Clasificación AASHTO</b>																																				
Material limoso-arenoso																																				
Pobre a malo como subgrado																																				
A.7-6 ( 18 ) Suelo arcilloso																																				
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)																																				
Suelo de partículas finas.																																				
Arcilla inorgánica de alta plasticidad arenosa CH																																				
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: 10px;">Pass (%)</p> <p style="font-size: 10px;">Tamiz (mm)</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p style="font-size: 12px;"><b>Granulometría</b></p> </div> </div>																																				

Mario S. Altamirano N. P.  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villavejo Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-2	UBICACION:	LOC. INKARI
MUESTRA:	M-2	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRÓN		
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024		

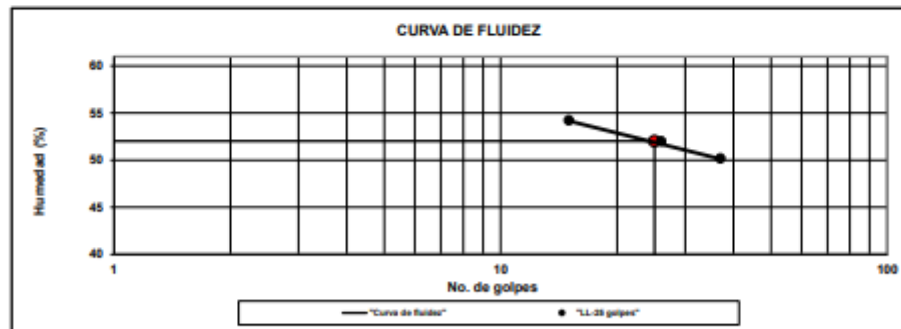
**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423**

N° DE GOLPES	37	26	15
Suelo Húmedo + Tarro	26.61	26.26	28.55
Suelo seco + Tarro	21.51	21.13	22.47
Peso de Tarro	11.35	11.27	11.26
Peso del Agua	5.10	5.13	6.08
Peso de Suelo Seco	10.16	9.86	11.22
HUMEDAD %	50.19	52.00	54.23

**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424**

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.64	18.09
Suelo seco + Tarro	16.46	16.80
Peso de Tarro	11.22	11.23
Peso del Agua	1.18	1.29
Peso de Suelo Seco	5.24	5.57
HUMEDAD %	22.62	23.25

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	52.02	%
Límite plástico LP	22.94	%
Índice plasticidad IP	29.08	%



  
 Mario S. Cárdenas Naranjo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

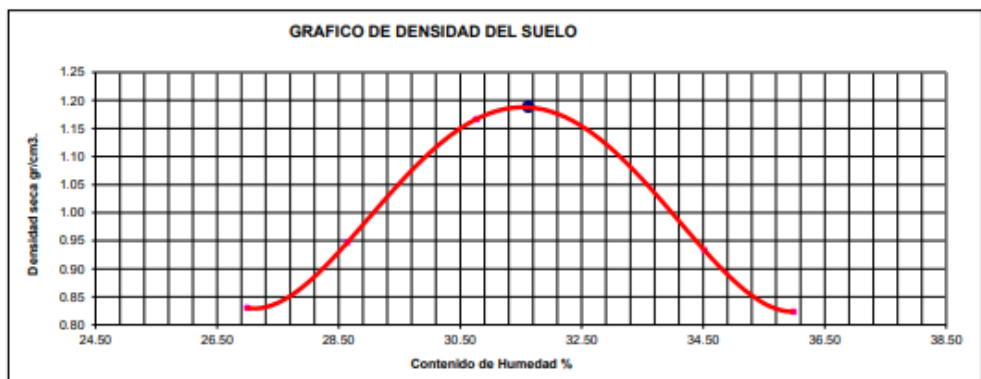
  

 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA**

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"				
<b>UBICACION:</b>	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO				
<b>TESISTA:</b>	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO				
<b>CALICATA:</b>	C-2	<b>MUESTRA:</b>	M-2		
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.50 m				
<b>DETALLE:</b>	MUESTRA PATRON				
<b>FECHA:</b>	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024				

<b>PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE</b>	gr.	8279	8622	8267	8699	8415
<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
<b>PESO MUESTRA HÚMEDA</b>	gr.	2213.81	2556.99	3201.64	2634.28	2350.50
<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	cm <sup>3</sup> .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>	gr.	1743.00	1987.65	2448.42	1958.28	1728.49
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.05	1.22	1.53	1.26	1.12
<b>Nº DE TARA</b>						
<b>DETERMINACIÓN</b>		1	2	3	4	5
<b>PESO MUEST. HÚMEDA + TARA</b>	gr.	608.5	589.2	603.5	607.3	621.3
<b>PESO MUESTRA SECA + TARA</b>	gr.	479.1	458.0	461.5	451.5	456.9
<b>PESO DE LA TARA</b>	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr.	129.34	131.18	141.99	155.84	164.42
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr.	479.14	457.97	461.55	451.46	456.90
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	26.99	28.64	30.76	34.52	35.99
<b>DENSIDAD SECA</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	0.83	0.95	1.17	0.93	0.82



<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.189	gr/cm <sup>3</sup> .
<b>Humedad Óptima:</b>	31.62	%
<b>Densidad Máxima húmeda:</b>	1.565	gr/cm <sup>3</sup> .

  
 Mario S. Callamueva N. W. Murillo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leónidas Villaveca Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"											
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO											
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO											
CALICATA:	C-2				MUESTRA:				M-2			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA PATRON											
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024											
MUESTRA:	13				14				15			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	11426		11641		11338		11629		10420		10697	
Peso del molde	7762		7762		7759		7759		7753		7753	
Peso del suelo humedo	3664		3879		3579		3870		2667		2944	
Volumen del suelo	2124		2124		2120		2120		2130		2130	
Densidad humeda	1.73		1.83		1.69		1.83		1.25		1.38	
Humedad	31.60%				31.61%				31.57%			
Densidad seca	1.190				1.155				0.857			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	205.8	196.6			211.7	241.7			227.1	230.9		
Peso tara + suelo seco	156.4	150.9			160.9	183.6			172.6	175.5		
Peso del agua	49.40	47.70	0.00	0.00	50.80	58.10	0.00	0.00	54.50	55.40	0.00	0.00
Peso de los solidos	156.40	150.90	0.00	0.00	160.90	183.60	0.00	0.00	172.60	175.50	0.00	0.00
humedad	31.59	31.61			31.57	31.64			31.58	31.57		
Promedio de humedad	31.60%				31.61%				31.57%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
12/11/2024	8am-9am	1 hora	55	55	0.47	70	70	0.60	85	85	0.73
13/11/2024	9am-11am	2 horas	75	75	0.64	95	95	0.82	85	85	0.73
14/11/2024	11am-4pm	4 horas	105	105	0.90	121	121	1.04	132	132	1.13
14/11/2024	4pm-11am	12 horas	145	145	1.25	145	145	1.25	189	189	1.62

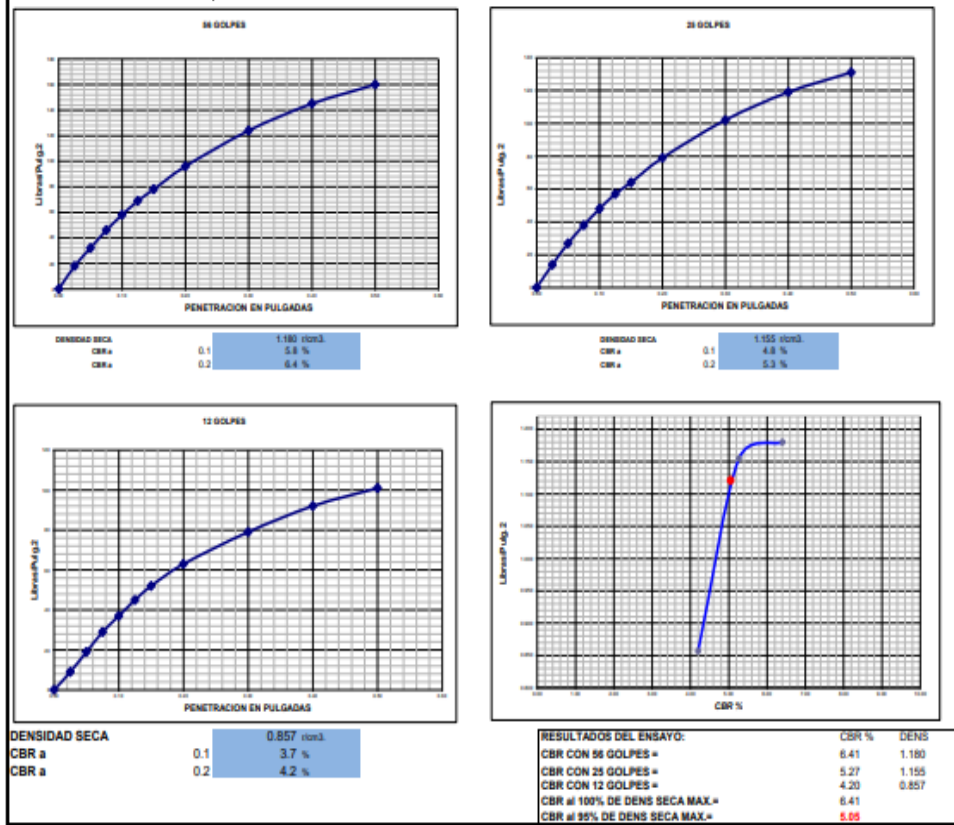
  

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	5	32.8	17.6	18.0	4	43.2	14.4	14.0	3	28.1	9.4	9.0
0.05	10	97.4	32.5	32.0	6	78.6	26.6	27.0	8	58.1	19.4	19.0
0.08	14	138.0	46.0	46.0	11	113.1	37.7	38.0	9	88.5	28.5	28.0
0.10	17	174.6	58.2	58.0	14	143.0	47.7	48.0	11	113.6	37.2	37.0
0.13	21	307.0	89.0	89.0	17	169.6	56.5	57.0	13	134.3	44.8	45.0
0.15	23	255.5	78.5	78.0	19	192.9	64.3	64.0	15	159.0	51.7	52.0
0.20	29	286.2	86.1	86.0	24	226.1	75.7	75.0	19	168.5	52.8	53.0
0.30	37	373.8	124.3	124.0	30	308.9	102.0	102.0	24	236.6	78.9	79.0
0.40	43	434.4	144.8	145.0	35	339.8	118.6	119.0	27	279.3	91.8	92.0
0.50	48	479.0	159.7	160.0	39	392.4	130.8	131.0	30	303.4	101.1	101.0

  
 Mario S. Villaverde N. Partio  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 Ing. Leóides Villaverde Abal  
 CIP. 78830

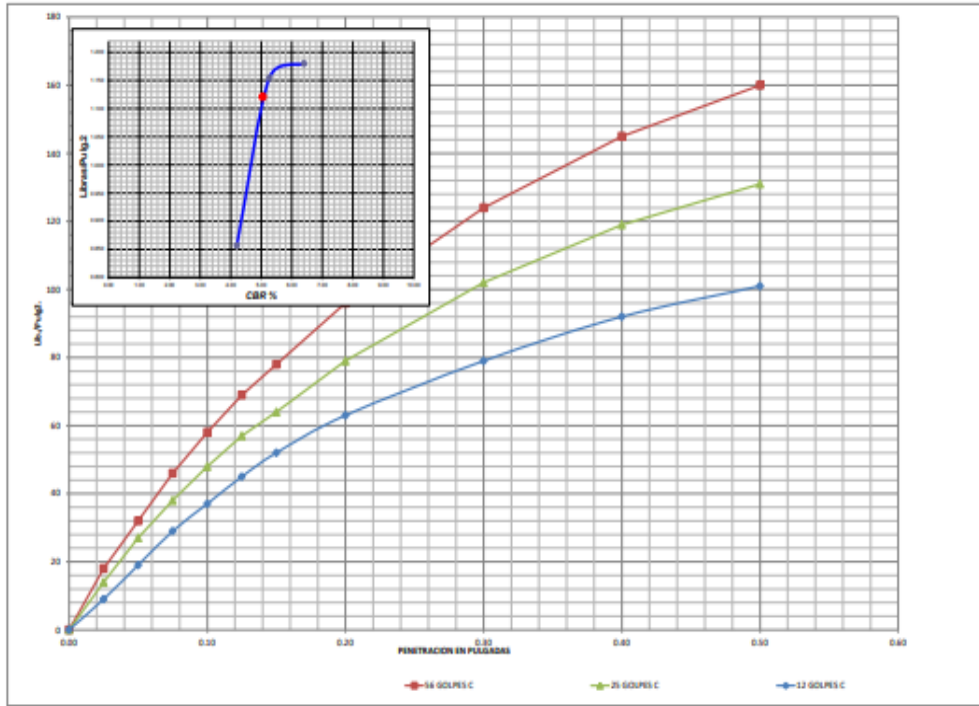
PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALCATA:	C-2	MUESTRA:	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024		



*[Signature]*  
 Mario S. Chiriquita N. P.  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*[Signature]*  
 Ing. Leónidas Villanueva Abad  
 CIP. 78839

PROYECTO:	TESIS: "FIBRA DE PLÁSTICO PET Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO, PROVINCIA LEONCIO PRADO, 2024"		
UBICACION:	LOCALIDAD INKARI, DISTRITO NARANJILLO		
TESISTA:	BACH. IAN ELLIOTT NATIVIDAD MURILLO		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2024		



	56 GOLFES	25 GOLFES	12 GOLFES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA:	1.180	DENS. SECA 1.155	DENS. SECA 0.857	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = <b>5.41</b>
CBR A 0.1"	5.8	CBR A 0.1" 4.8	CBR A 0.1" 3.7	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = <b>5.05</b>
CBR A 0.2"	6.4	CBR A 0.2" 5.3	CBR A 0.2" 4.2	

*Mario S. C...*  
**Mario S. C...**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

*Ing. Leonidas Villanueva Abad*  
**Ing. Leonidas Villanueva Abad**  
 CHP. 78839