

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Estabilización de la subrasante de suelos arcillosos con polímero sintético - PET en las vías urbanas del centro poblado de Huancahuasi-districto de Ambo-provincia de Ambo-departamento de Huánuco - 2022”

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

AUTORA: Hilario Rivas, Kathia Vanessa

ASESORA: Segura Ttito, Eric

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46918075

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43453471

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7706-9722

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Verastegui Ayala, Yessica Julia	Maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes	43962020	0000-0002-4387-5013
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4594-1491

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día **viernes 17 de mayo de 2024**, 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:

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. YESSICA JULIA VERASTEGUI AYALA | - SECRETARIA |
| ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1099-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASIDISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO- 2022"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Kathia Vanessa HILARIO RIVAS**, 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, declarando(a) **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **1.3** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

Siendo las **15:55** horas del día 17 del mes de mayo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40295876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente

MG. YESSICA JULIA VERASTEGUI AYALA
DNI: 43962020
ORCID: 0000-0002-4387-5013
Secretaria

MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO
DNI: 40847625
ORCID: 0000-0002-4594-1491
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS, de la 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", con asesor ERIC SEGURA TTITO, designado mediante documento, con RESOLUCIÓN N° 1342-2021-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % 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, 27 de junio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

16. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

10%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a mi papá y mi mamá por sus eruditos consejos y por su gran cariño.

A mi ahora esposo, mi compañero de vida, por su apoyo incondicional y por creer siempre en mí.

A mis hijos, Liam y Avril, por ser mi motor y motivo para intentar ser cada día mejor

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a la Universidad Nacional de Huánuco, donde he recibido una formación profesional en Ingeniería Civil que valoro profundamente. Agradezco a mis profesores por su calidad académica y por haberme enseñado a dar lo mejor de mí en mi desarrollo profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	17
1.4.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.5.1. RECURSOS HUMANOS.....	18
1.5.2. FINANCIEROS.....	18
1.5.3. MATERIALES Y EQUIPOS	18
1.5.4. DISPONIBILIDAD DE TIEMPO.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6.1. RECURSOS HUMANOS.....	18
1.6.2. FINANCIEROS.....	18
1.6.3. MATERIALES Y EQUIPOS	19

1.6.4. DISPONIBILIDAD DE TIEMPO	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. POLÍMEROS SINTÉTICOS	25
2.2.2. ESTABILIZACIÓN, DE SUELOS.....	30
2.2.3. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	42
2.2.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS	45
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	53
2.4. HIPÓTESIS.....	55
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	55
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	55
2.5. VARIABLES.....	55
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	55
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	56
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	56
CAPÍTULO III.....	57
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.1.1. ENFOQUE	57
3.1.2. NIVEL.....	57
3.1.3. DISEÑO	57
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	58
3.2.1. POBLACIÓN	58
3.2.2. MUESTRA.....	58
3.2.3. MUESTREO.....	61
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS... 61	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS (DETALLAR LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS).....	61

3.3.2. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	62
3.3.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS - ENSAYOS	65
3.3.4. PROPIEDADES MECÁNICAS - ENSAYOS.....	66
3.3.5. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	68
3.3.6. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	68
CAPÍTULO IV.....	69
RESULTADOS.....	69
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADÍSTICOS CON SU RESPECTIVO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN)	69
4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO SIN TRATAMIENTO..	69
4.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO SIN TRATAMIENTO.....	70
4.1.3. ANÁLISIS EN EL SUELO CON TRATAMIENTO DE CLASIFICACIÓN – CH.....	74
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS (DEPENDIENTE DE LA INVESTIGACIÓN)	76
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	76
4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	77
4.2.3. HI (HIPÓTESIS INVESTIGACIÓN)	78
4.2.4. HO (HIPÓTESIS NULA).....	78
4.2.5. HI (HIPÓTESIS INVESTIGACIÓN)	78
CAPÍTULO V.....	79
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	79
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades de tereftalato de polietileno	28
Tabla 2 Número de calicatas para la exploración de suelos	38
Tabla 3 Clasificación de suelos según tamaño de partículas.	40
Tabla 4 Tamices normalizados de mallas cuadrados	40
Tabla 5 Clasificación del suelo según el Índice de Plasticidad	42
Tabla 6 Sistema de Clasificación de suelos AASHTO	43
Tabla 7 Sistema de clasificación de suelos SUCS.....	46
Tabla 8 Sistemas de clasificación de suelos AASHTO – SUCS	47
Tabla 9 Especificaciones del ensayo Proctor Estándar	49
Tabla 10 Operacionalización de variables dependientes e independientes.	56
Tabla 11 Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-01	59
Tabla 12 Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-02	59
Tabla 13 Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-03	60
Tabla 14 Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-04	60
Tabla 15 Características físicas del suelo sin tratamiento	69
Tabla 16 Prueba de compactación de la muestra natural para C-01 y C-02 natural	70
Tabla 17 Prueba de compactación de la muestra natural para C-02 y C-04	71
Tabla 18 Límite de Atterberg para suelos tipo CH con fibra PET.....	73
Tabla 19 Límite de Atterberg para suelos tipo CL con fibra PET	73
Tabla 20 Resultados de compactación para los suelos tratados de tipo CH	74
Tabla 21 Resultados de compactación para los suelos tratados de tipo CL	74
Tabla 22 Resultados del CBR para los suelos tratados de tipo CH	75
Tabla 23 Resultados del CBR para los suelos tratados de tipo CL.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura química del PET	28
Figura 2 Bloques de construcción de silicatos	37
Figura 3 Gráfica de plasticidad usado en la clasificación de suelos SUCS .	47
Figura 4 Equipo utilizado en el ensayo Proctor estándar	50
Figura 5 Curva obtenida de los resultados de la prueba de compactación..	51
Figura 6 Equipamiento utilizado en el ensayo CBR	52
Figura 7 Descripción de procesos del proyecto de investigación	64
Figura 8 Proctor modificado para el suelo sin tratamiento	71
Figura 9 Capacidad de soporte de California para el suelo sin tratamiento .	72
Figura 10 CBR con dosificaciones experimentales con % de aditivo PET ...	76

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Excavación de la calicata C1 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio	94
Fotografía 2 Excavación de la calicata C2 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio	94
Fotografía 3 Excavación de la calicata C3 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio	95
Fotografía 4 Excavación de la calicata C4 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio	95
Fotografía 5 Obtención de muestras alteradas de las calicatas elaboradas de la zona de estudio.....	96
Fotografía 6 Dimensiones de fibra PET	96
Fotografía 7 Recolección de material procesado PET.....	97
Fotografía 8 Realización de la granulometría de los suelos naturales extraídos	97
Fotografía 9 Realización de los límites de Atterberg de los suelos naturales extraídos	98
Fotografía 10 Realización del contenido de humedad de los suelos naturales extraídos	98
Fotografía 11 Realización del Proctor modificado de los suelos naturales extraídos	99
Fotografía 12 Realización del Capacidad de soporte de California de los suelos naturales extraídos	99
Fotografía 13 Conteo vehicular en el Punto 1 – Tramo de estudio Km 0+500.00.....	100
Fotografía 14 Conteo vehicular en el Punto 2 – Tramo de estudio Km 0+500.00.....	100

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal determinar la influencia del polímero sintético-PET en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022. El tipo de investigación por propósito fue aplicado, nivel explicativo, su diseño fue experimental - transversal; la población estuvo compuesta por las vías del distrito Ambo, departamento de Huánuco, la muestra estuvo conformada por 2.25 km de acuerdo a normativa nacional, efectuándose 4 calicatas para obtener suelo natural que fueron mezcladas con diferentes proporciones con un total de 100 muestras, el proceso consistió en mezclar cada dosis de fibras plástica PET (0.5%, 3.5%, 6.5% y 9.5%) de 0.5 mm de ancho x 10 mm de largo, respecto al peso seco del suelo. Sus resultados según sus objetivos específicos fueron, determinar las propiedades físicas donde se tuvo una clasificación del suelo arcilloso de alta y baja plasticidad denominado CH y CL según la SUCS; en tanto las propiedades mecánicas su máxima densidad seca tuvo una tendencia a disminuir a medida que se aumentó la fibra plástica respecto a la muestra natural (CH), y (CL); por otro lado, respecto al CBR al 95% MDS se tuvo un incremento del 149, 171, 161, 110% con el 6.5% de fibra plástica que corresponden a las calicatas C1, C2, C3, C4, respectivamente. Se concluyó que 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.

Palabras claves: Estabilización, subrasante, suelos, polímero, Pet, urbanas.

ABSTRACT

This research aimed to determine the influence of synthetic polymer-PET in stabilizing the subgrade of clayey soils in the urban roads of Huancahuasi, Ambo District, Ambo Province, Huánuco Department in the year 2022. The research type was applied, with an explanatory level, and an experimental - cross-sectional design. The population consisted of the roads in the Ambo district, Huánuco department, and the sample included 2.25 km according to MTC. Four test pits were excavated to obtain natural soil, which was combined in different proportions, resulting in 100 samples. The procedure involved mixing each dose of PET plastic fibers (0.5%, 3.5%, 6.5%, and 9.5%) measuring 0.5 mm in width and 10 mm in length, relative to the dry weight of the soil. According to its specific objectives, the results determined the physical properties, where the clayey soil was classified as high and low plasticity, labeled as CH and CL, respectively, according to the SUCS classification. As for the mechanical properties, the maximum dry density showed a tendency to decrease as the plastic fiber content increased concerning the natural sample (CH) and (CL). Regarding the CBR at 95% MDS, there was an increase of 149%, 171%, 161%, and 110% with 6.5% plastic fiber for test pits C1, C2, C3, and C4, respectively. It was concluded that plastic fiber stabilization influences the improvement in the load-bearing capacity of the subgrade soil for unpaved roads, making it an environmentally friendly stabilization method.

Key words: Stabilization, subgrade, soils, polymer, Pet, urban.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: Realidad Problemática, la estabilidad de las vías urbanas constituye un aspecto crítico para el desarrollo sostenible de las comunidades. En el centro poblado de Huancahuasi, localizado en el distrito de Ambo, provincia de Ambo, departamento de Huánuco, se enfrenta a una realidad problemática relacionada con la subrasante de suelos arcillosos. Las condiciones geotécnicas de estos terrenos presentan desafíos significativos que impactan la infraestructura vial y, por ende, la calidad de vida de los habitantes. Este primer capítulo se adentrará en la identificación y análisis de la problemática existente, destacando la necesidad imperante de un resultado que avale la estabilización duradera de las vías urbanas.

CAPÍTULO II: Marco Teórico, el marco teórico de esta investigación abordará conceptos fundamentales relacionados con la estabilización de subrasantes en suelos arcillosos. Se exploran las propiedades geotécnicas de los suelos involucrados y se revisarán las metodologías convencionales de estabilización. Además, se examinarán los avances en el uso de polímeros sintéticos, específicamente PET, como una alternativa innovadora para mejorar las propiedades de los suelos. Este capítulo proporcionará el contexto necesario para comprender la base teórica en la cual se sustenta la investigación.

CAPÍTULO III: Metodología de la Investigación, la metodología de investigación delinearé el enfoque sistemático y riguroso empleado para abordar la problemática identificada. Se detallarán los métodos empleados para el acopio de datos, el diseño experimental y la implementación de las pruebas geotécnicas necesarias. Asimismo, se describirá la selección y preparación de muestras de suelo arcilloso, así como el empleo del polímero sintético PET en la estabilización de la subrasante. Este capítulo servirá como guía para comprender la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV: Resultados, en este capítulo, se presentarán de manera detallada los resultados derivados de la aplicación de la metodología propuesta. Se incluirán análisis cuantitativos y cualitativos de las pruebas

geotécnicas, destacando las mejoras logradas en las propiedades de la subrasante mediante la estabilización con polímero sintético PET. Los datos obtenidos serán fundamentales para evaluar la efectividad de la solución propuesta en el contexto específico de Huancahuasi.

CAPÍTULO V: Discusiones, la sección de discusiones se centrará en interpretar y analizar críticamente los resultados obtenidos en el capítulo anterior. Se compararán las observaciones con la literatura existente, resaltando las contribuciones significativas y las posibles implicaciones para futuras investigaciones. Este capítulo proporcionará una visión profunda de la eficacia y las limitaciones del uso del polímero sintético PET en la estabilización de subrasantes de suelos arcillosos.

CONCLUSIONES, las conclusiones consolidarán los hallazgos clave de la investigación, ofreciendo respuestas a los objetivos planteados. Se resumirá la contribución de la estabilización con polímero sintético PET en la mejora de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas de Huancahuasi. Además, se destacarán las implicaciones prácticas y teóricas de los resultados obtenidos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura vial.

RECOMENDACIONES, en esta sección, se ofrecerán recomendaciones prácticas y sugerencias para futuras investigaciones. Estas sugerencias podrían abordar aspectos específicos de la aplicación del polímero sintético PET, ampliando el alcance de la investigación o proponiendo enfoques alternativos para mejorar la estabilización de subrasantes en suelos arcillosos en entornos urbanos similares.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional la situación actual sobre la contaminación plástica es una de las preocupaciones ambientales más urgentes en la actualidad. Los desechos plásticos generalmente se dejan desatendidos y, como resisten la biodegradación, se acumulan en la superficie terrestre y en los ambientes marinos. Por tanto, su recuperación y reutilización en las diferentes aplicaciones deben reconocerse como la mejor acción correctiva (Iravanian y Ahmed, 2021).

La técnica de mejora del suelo es la técnica que mejora las características físicas del estrato, como aumentar la capacidad de resistencia al corte y carga puede mejorarse mediante métodos como la compactación controlada o la incorporación de aditivos apropiados. El costo de introducir estos aditivos también ha aumentado en los últimos años, lo que abrió ampliamente la puerta para el desarrollo del suelo mediante el uso de plástico. Esta nueva técnica se puede utilizar de forma eficaz para afrontar retos de la sociedad, para reutiliza los materiales de desecho (Patil et al., 2016).

No obstante, el suelo es el elemento clave de esta naturaleza y todas las necesidades básicas de la vida, como alimentos, casa y ropas, son satisfecha por los suelos. Sin embargo, Los suelos arcillosos con un potencial de hinchamiento y encogimiento como resultado del cambio de contenido de humedad son uno de los principales problemas en todo el mundo.

Es así que los investigadores están tratando de encontrar el mejor y más económico material para la estabilización del suelo, incluidos los materiales vírgenes y de desecho de cualquier clase que puedan ser útiles para este propósito (Singh y Malhotra, 2018). Pero la investigación no termina y todos los días se desarrolla una nueva idea.

A nivel nacional en el Perú, aplicar una novedosa método de equilibrio de suelos procedente de materiales de desecho no útiles, desde el uso de plásticos de formas diversificadas como sillas, botellas, bolsas de polietileno, etc., ha ido avanzando rápidamente y su eliminación ha sido un problema todo el tiempo con respecto a la preocupación ambiental, el uso de plástico como estabilizador del suelo reduciría el problema de desechar el plástico y aumentaría la densidad y la relación de carga de califonia (CBR). La relevancia de dar a entender la cuestionable realidad de la estructura vial en nuestro país, pues se carece de un óptimo desarrollo de infraestructura vial en la actualidad y es vital para el desarrollo de un país.

A nivel regional, este análisis ofrece un caso práctico de cómo el plástico puede ser reutilizado de manera sostenible al convertir los desechos plásticos en un recurso útil para mejorar la estabilidad del suelo. Con el uso de bolsas de plásticos de residuos recogidos, botellas de PET vacías de refrescos, etc., son un estricto problema deshacerse de ellas. Pues el centro poblado de Huancahuasi ubicado en el Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco, es un centro poblado donde carece de caminos pavimentados, y solo presenta caminos sin pavimentar, en mal estado, ya que estos suelos contienen cierto grado de plasticidad (suelos arcillosos) presentando deterioros a través del tiempo, como en la capa externa como la infraestructura de la subrasante, donde la aplicación de polímeros sintéticos aportará a solucionar las propiedades del suelo como en la fortaleza portante.

Teniendo en cuenta que la contaminación y la inestabilidad de un buen suelo es presente cada día en dicho centro poblado, sostenido esto se visiona al futuro mejoras en sus características y a la vez disminuir los índices de contaminación de residuos plásticos, motivando a investigar y preguntándonos, ¿Cómo el uso de polímeros sintéticos – PET influye en la estabilización de suelos arcillosos para fines de camino no pavimentados del Centro Poblado de Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida el polímero sintético- PET influye en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿En qué medida la dosificación del polímero sintético PET influye en las propiedades físicas de la sub rasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?
- b) ¿En qué medida la dosificación del polímero sintético PET influye en las propiedades mecánicas de la sub rasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del polímero sintético-PET en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades físicas de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.
- b) Determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades mecánicas de la subrasante de suelos arcillosos del

Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Este estudio de investigación se llevará a cabo con el objetivo de abordar la diversidad de problemas actuales relacionados con la falta de propiedades mecánicas y físicas en suelos arcillosos utilizados en caminos sin pavimentar. Se busca encontrar soluciones que puedan mitigar las causas y reducir las pérdidas económicas externas asociadas.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

A consecuencia de arrojo y propagación de polímeros sintéticos al medio ambiente, el impacto ambiental es muy relevante el cual se reciclará los residuos plásticos, para que con ello se pueda reducir la tasa de contaminación de la zona y alrededores y así presentar un mejor confort en la sociedad.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En este sentido, sería altamente beneficioso para mejorar la subrasante. Con dosificaciones predefinidas, el uso de aglutinante contribuiría a reducir los costos en comparación con la estabilización del suelo mediante cemento o cal, que suelen ser más costosos. En contraste, la utilización de polímeros sintéticos reciclados, que no implican ningún costo adicional, podría ser una alternativa más económica.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En esta investigación científica se utilizarán todas las metodologías de estudio validadas de acuerdo con los procedimientos establecidos por las normativas de grados y títulos de la Universidad de Huánuco, garantizando así la confiabilidad y validez del trabajo realizado.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación contó con limitaciones para su realización.

1.5.1. RECURSOS HUMANOS

Para el siguiente estudio se requiere la mano de obra obrera en el apoyo de la realización de calicatas que requiere el estudio.

1.5.2. FINANCIEROS

Por carencia de presupuesto no se realizó otros ensayos para incrementar el estudio.

1.5.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Para la elaboración de la actual investigación se requiere equipos como el GPS y materiales y equipos de laboratorio.

1.5.4. DISPONIBILIDAD DE TIEMPO

Debido a que el estudio es amplio se requiere tiempo razonable para ejecutarlo.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. RECURSOS HUMANOS

Para la realización de la siguiente investigación, se cuenta con el apoyo del operario de máquinas de la zona, quienes nos apoyaran en la realización de calicatas.

1.6.2. FINANCIEROS

La investigación logró ser financiada por el investigador en el laboratorio de estudio INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ – Laboratorio de Mecánica de Suelos- Asfalto-Concreto y Ensayo de Materiales de Construcción.

1.6.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Para la ejecución de la investigación, el investigador logro financiar el alquiler de equipos necesarios y las pruebas de laboratorio requeridas.

1.6.4. DISPONIBILIDAD DE TIEMPO

Se estableció un cronograma de actividades el cual organiza de forma idónea para cumplir fechas establecidas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Louzada et al. (2019) en su estudio titulado “Behavior of Clayey Soil Reinforced with Polyethylene Terephthalate” situada en Brasil, evaluaron el comportamiento mecánico de muestras del estrato arcilloso mezclado con porcentajes de 10%, 20% y 30% del polímero sintético tereftalato de polietileno (PET) reciclado finamente triturado respecto al peso seco del estrato; y dosis de 3% y 5% de escamas de PET. Por medio de la prueba de compactación estándar, la mezcla de suelo arcilloso, adquirió un OCH de 26.5% y una MDS de 1.55 gr/cm³; demostrando que la inserción de PET finamente triturado disminuye la MDS del suelo y la cantidad del contenido de agua del estrato, obteniendo valores de 23.5% y 1.33 gr/cm³ para la mezcla con 30% de PET; por otra parte las mezclas de suelo con escamas de PET, presentaron un incremento del óptimo de contenido de humedad y una leve reducción de su MDS, con resultados de 22,3% y 1.55 gr/cm³ para la mezcla con 3% de escamas de PET. Los resultados demuestran, en la mayoría de los casos, mejoras considerables de resistencia de las mezclas de suelo-PET; concluyeron que los valores se han visto superados por los hallados con la mezcla con 30% de PET finamente triturado, confirmando así un avance de las propiedades-mecánicas del suelo modificado con PET.

Mishra y Gupta (2018) en su investigación denominada “Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement” estudiaron las características ingenieriles de un estrato arcilloso de la, subrasante mediante la inclusión de fibras de PET recicladas en porcentajes de 0.4%, 0.8%, 1.2% y 1.6%, en combinación con cenizas volantes en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Realizando distintas pruebas a las combinaciones de suelo-fibras de PET-cenizas

volantes, que incluyen pruebas físico-mecánicas. Como resultados el índice de plasticidad disminuye en factores de 0.74, 0.59, 0.69 y 1.03 conforme a los porcentajes de fibras de PET y cenizas volantes. Del ensayo Proctor modificado obtuvieron que la MDS y el OCH de las combinaciones disminuyen conforme aumenta la incorporación de las fibras de PET. La MDS se ve reducida a causa de la disminución de la eficiencia de compactación y a la baja gravedad específica 1.22 gr/cm³ de los filamentos de PET en contra parte con el suelo arcilloso 2.75 gr/cm³; mientras que el contenido de humedad se ve afectado por la reducida capacidad de absorción de agua del PET. El valor de CBR se ve incrementado a medida que aumenta los porcentajes de filamentos PET y cenizas volantes, tanto para las muestras sin saturar y las muestras saturadas. La combinación 1.2% PET y 15% ceniza volante aumenta el valor de CBR en 2.33 veces para la muestra no saturada y 2.04 veces para la muestra saturada, en comparación a la muestra de suelo sin combinación. El incremento del valor CBR da como consecuencia el avance en la fortaleza del suelo. Concluyeron que el límite líquido y límite plástico de las combinaciones suelo-fibras de PET-cenizas volantes aumentan a medida que los porcentajes de fibras de PET y cenizas volantes van en aumento.

Peddaiah et al. (2018) en su investigación titulada “Experimental Study on Effect of Waste Plastic Bottle Strips in Soil Improvement” tuvieron como objetivo investigar sobre la mejora de las características del estrato tales como el óptimo contenido de humedad, la densidad seca máxima y los valores de CBR mediante la adición de tiras cortadas de botellas plásticas; utilizando 3 tamaños de tiras de plástico, de ancho constante de 15mm y largos de 15, 25 y 35mm; los porcentajes de adición variables de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8%. El suelo a reforzar se trata de una arena limosa con un porcentaje de arcilla. Como resultados el mayor valor de MDS se adquirió con un porcentaje de 0.4% de tiras plásticas de 15mm x 15mm, incrementando un 12.8% referente a la MDS del suelo natural. Para porcentajes y tamaños mayores de tiras de plástico, la MDS empieza a disminuir; entre tanto, los valores de óptimo contenido de humedad muestran una tendencia opuesta a los valores de la MDS para

suelos reforzados con tiras plásticas. De los valores el ensayo CBR, la incorporación de tiras de plástico en porcentajes aumenta el valor CBR de 3.3 (suelo natural) a 7.1 (para 0.2% de tiras de plástico), 16.5 (para 0.4% de tiras de plástico); por encima del límite de 0.4% de contenido de plástico, los valores de CBR empiezan a mostrar un patrón decreciente. En cuanto la influencia del tamaño de tiras de plástico, da como resultado una disminución del valor de CBR del 20.6% (para tiras de 150mm de longitud) a un 5.9% (para tiras de 35mm longitud). Infiriendo que para la perfección de las cualidades mecánicas del estrato reforzado con tiras de plástico es recomendable una incorporación de 0.4% de tiras de plástico con un tamaño de 15mm x 150mm.

Celi (2021) en su estudio experimental titulada “Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)”, tuvo como propósito principal analizar la capacidad, de, soporte (CBR) de suelos de subrasante (arenas limosas), incluyendo adiciones de finos de polímeros sintéticos tales como polietileno, polipropileno y tereftalato de polietileno en dosis de 3, 6, 9, 12 y 15%. Las pruebas realizadas a las muestras, tanto de suelo natural y con las incorporaciones de los polímeros sintéticos, comprenden humedad natural, y otras pruebas adicionales. Los resultados tuvieron que la MDS y OCH presentan un decrecimiento en las 3 muestras de suelo representativas, a medida que va aumentando la incorporación de finos de los polímeros PET, PP y PE a la masa del suelo. En función a los valores de CBR obtenidos de la subrasante, se concluyó que para la estabilización de este tipo de suelos (arenas limosas) es recomendado adicionar dentro de 3.6% a 7.8% de finos de PET, PP y PE a la muestra seca en concordancia al peso de esta.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Zenteno (2018) en su tesis titulada “Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno” tuvo como

objetivo evaluar el impacto del tereftalato de polietileno (PET) como agente estabilizador en las características mecánicas de un estrato fino, en porcentajes de 2% al 10%. Tuvo como resultado que el CBR del suelo fino con el adicionamiento de 2, 4, 6, 8 y 10% PET, referente al 100% de la MDS da como resultados 50.65%, 20.39%, 18.38% y 17.36% respectivamente; en comparación al 28.91% de valor de CBR del suelo fino sin adiciones. Por consiguiente, la inclusión de 2% de PET valoriza notablemente la capacidad de CBR, haciendo viable su empleo en capas de sub rasante en pavimentos flexibles.

Cuipal (2018) en su tesis de grado titulada “Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018” se planteó analizar el efecto de la inclusión del polímero sintético (tereftalato de polietileno) en dosificaciones de 3%, 6% y 9% en función al peso de suelo seco, en la estabilidad de la subrasante de suelo arcilloso. Como resultado lo siguiente, los valores MDS obtenidos del ensayo Proctor modificado, se ven disminuidos entre 0.01 gr/cm³ incluso a un 0.04 gr/cm³ para los porcentajes de 3, 6 y 9% de polímero sintético, con relación a la densidad del suelo natural, el ensayo de CBR se tuvo que la inclusión del 3% de polímero sintético acrecienta el CBR en un 0.3% incluso al 0.6% respecto al resultado de CBR de material natural, se concluyó que el 3% como el óptimo para mejora la fortaleza a la deformación de este tipo de suelo.

Capia (2020) en su investigación titulada “Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019” estudió el uso de polímeros reciclados PET en adiciones de 1% al 5% respecto al peso de suelo natural a nivel de subrasante en la estabilidad de suelos de características arcillosas. Las muestras de suelo fueron sometidas a ensayos físicos y ensayos mecánicos como, Proctor Modificado y CBR. Como resultados se tuvo que, para un suelo natural de CBR = 5.41% al adicionar un 3% de polímeros reciclados PET, el valor de CBR se

incrementa en un 0.58% hasta 0.87% del CBR de suelo sin incorporación, demostró que la adición de 3% de PET logró mejor la resistencia a la deformación de cargas vehiculares, debido a las características del PET como un material fuerte de baja densidad que contribuye a mejorar la resistencia al corte y la fricción, la densidad máxima seca (MDS) del suelo con la adición óptima de PET se reduce en un rango de 0.043 gr/cm³ a 0.047 gr/cm³ en comparación con la densidad del suelo natural. Se concluye que una adición del 3% de PET proporciona mejores características para un suelo arcilloso.

Márquez (2019) en su informe de grado titulada “Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropón–Piura 2019” estudió el efecto en la estabilidad de la subrasante en estratos arcillosos mediante la incorporación de 6%PET, buscando innovar con el fin de perfeccionar las cualidades de un suelo de baja resistencia y a la vez propiciar el cuidado del medio ambiente. Tuvo como resultados en las muestras de suelo natural, MDS de 1.278 gr/cm³ y OCH de 12.1% y valores de CBR inferior a 6%; mientras que las muestras de suelo con incorporación de 6%PET obtuvieron valores de 1.593 gr/cm³ para la MDS, 12.3% para el OCH, y los valores de CBR superaron el 6%; concluyó de esta manera que la incorporación de plásticos reciclados PET para la estabilización de suelos arcillosos es parcialmente viable para un porcentaje de 6%.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Luego de una exhaustiva búsqueda de estudios o investigaciones donde se halla hecho uso de polímeros sintéticos o materiales similares para la estabilización de suelos en la región de Huánuco, se concluye con la inexistencia de antecedentes locales de investigaciones similares a lo expuesto en el presente informe.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. POLÍMEROS SINTÉTICOS

2.2.1.1. DEFINICIONES

Un polímero se define como una molécula de gran tamaño, que consiste de cuantiosas subunidades similares o iguales entre sí. El término resumido usado comúnmente para referirse a los polímeros sintéticos es plástico (Geyer, 2020).

Los polímeros sintéticos se conceptualizan que están hechos generalmente a base de productos petroquímicos procedentes del petróleo, sin embargo, estos si brindan una oportunidad de reutilizarse en comparación con la gran parte de los productos petroquímicos que se incineran como combustibles (Shanks, 2017).

Se han destacado por su maleabilidad, baja densidad y sencillez de procesamiento; además presentan notables propiedades físico-mecánicas como estabilidad térmica, resistencia química y resistencia a la humedad (Rodríguez y Orrego, 2016).

2.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS SINTÉTICOS

Los polímeros sintéticos abarcan una gran cantidad de materiales que se pueden clasificar de distintas formas, sin embargo, se distinguen en dos categorías esenciales, termoestables y termoplásticos.

a) Termoestables: Este tipo de polímeros sintéticos se distinguen debido que, al momento de calentarse experimentan una transformación química, generando una red tridimensional, siendo irreversible volver a fundirlos para darles una nueva forma; es decir no es posible su reciclaje. Entre los termoestables destacan poliuretano (PUR), poliéster

insaturado, resinas epoxi, resinas de melamina, resinas acrílicas, viniléster y silicona (PlasticsEurope, 2020).

b) Termoplásticos: Polímeros sintéticos que se caracterizan por su capacidad de fundirse al momento de ser calentado y solidificarse cuando se enfrían. Este cambio de consistencia mediante el uso de calor es repetible en ambos sentidos, lo que califica a este grupo de polímeros como altamente reciclables; algunos de los más destacados son polietileno (PE), polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET), poliestireno (PS), poliestireno expandido (EPS) y policarbonato (PC) (PlasticsEurope, 2020).

2.2.1.3. TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

El tereftalato de polietileno fue sintetizado mediante la realización de procesos de condensación de los monómeros ácido tereftálico y etilenglicol en 1941 por J.R. Whinfield y J.T. Dickson, y patentado como fibra por estos mismos con el fin de reemplazar la materia prima que se empleaba en la industria textil (algodón) por la fibra de poliéster. En el año de 1976 el PET empezó a ser empleado exponencialmente como material de empaques (Sherwell, 2014; Nisticó, 2020).

El tereftalato de polietileno (PET) es el termoplástico semi cristalino que destaca por su elevada y considerable rigidez, resistencia mecánica y química. En consecuencia, a estas sobresalientes propiedades, el PET es empleado en la fabricación de botellas de refresco, fibras sintéticas, cintas de audio y video, envases de alimentos, etc., (Singh et al., 2021).

2.2.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

Nisticó (2020) destaca las siguientes características para el PET:

- El PET es transparente si es amorfo y translúcido si es semicristalino, lo cual es esencial ya que posibilita a los consumidores observar el contenido en el interior de las botellas.
- El PET es ligero. El peso de una botella de PET de 1L diseñada para contener agua es aprox. 25 g. A modo de comparación, una botella de vino de 750 ml hecha con vidrio pesa aprox. 360 g de peso, y una lata de aluminio de 500 ml que se usa típicamente para refrescos carbonatados es de aprox. 18 g de peso.
- El PET es un tipo de plástico termoplástico que se caracteriza por su resistencia mecánica al impacto y su capacidad para ser estirado durante el procesamiento. Además, exhibe propiedades de barrera contra la humedad y el dióxido de carbono, lo cual es crucial para bebidas carbonatadas.
- El PET exhibe una notable inercia en comparación con otros tipos de plástico y carece de plastificantes, a diferencia del PVC, donde el uso de plastificantes es esencial.

2.2.1.5. PROPIEDADES DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

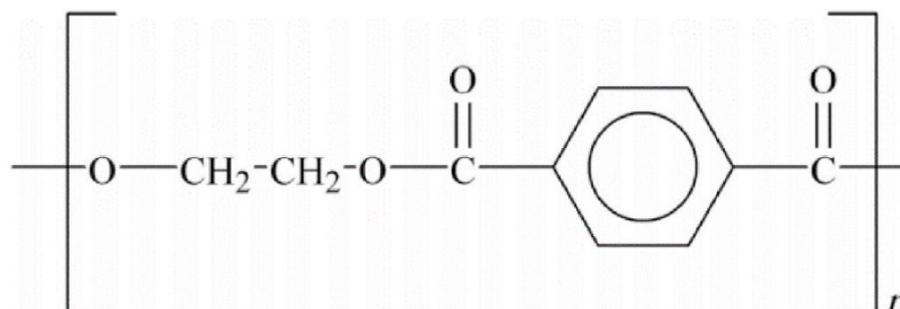
Propiedades como la viscosidad intrínseca, la temperatura de fusión, resistencia a la tracción y flexión se encuentran detalladas en la **tabla 1**. (Singh et al., 2021). En cuanto a la estructura química del PET está representada en la figura 1., donde n se refiere al número de unidades de repeticiones.

Tabla 1
Propiedades de tereftalato de polietileno

Propiedades	Valor
Viscosidad intrínseca (IV)	0.4-2,0 (grado de fibra) (dl/g) 0.7-0.85 (grado de botella) (dl/g)
Temperatura de fusión	255-265 (°C)
Temperatura de transición vítrea (Tg)	67-140 (°C)
Fuerza de Tensión	58.6 – 72.4 (MPa)
Módulo de flexión	2.4-3.1 (GPa)
Resistencia al impacto	13.34-34.68 (J/m)

Fuente: (Singh et al., 2021).

Figura 1
Estructura química del PET



Fuente: (McKeen, 2018)

2.2.1.6. DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO

Definiciones

Algunos suelos generalmente se clasifican como expansivos y usualmente son los que generan grandes daños a las estructuras de ingeniería civil, pues las arcillas expansivas a menudo varían en densidad y contenido de humedad desde la estación húmeda hasta la estación seca (Hasan y Mohammed, 2017).

Considerando las dosificaciones de un agente estabilizador ahonda en la elección de ciertos porcentajes para estimar alguna mejora con el material a ensayar, viendo si existe alguna influencia con dicho agente estabilizador (Shafiqu y Hasan, 2018).

- **Porcentajes**

Definiciones

Según investigaciones tales como: (Al-Jeznawi et al., 2021), consideraron cinco porcentajes diversos desde el 0.4%, 0.8%, 1.2%, 2% y 4% al natural de tierra muestral de Fibra de Polipropileno PP, se consideró bentonita artificial al 30% de la masa, teniendo como resultados que el límite líquido, el índice de plasticidad, el potencial de hinchamiento, la densidad seca máxima y la resistencia a la compresión no confinada aumentaron al usar 0.4% y 0.8% de PP polímero y siguió aumentando con el curado 3 y 18 días, teniendo por el contrario disminuciones relativas con 1.2% y 4% pues tenían un potencial de hinchamiento considerablemente reducido, decayendo 19.2% al 1.01% preparado con 4% de PP.

Otros autores como (Hasan y Mohammed, 2017), indican que llevaron a cabo varios experimentos para examinar el impacto de utilizar diferentes porcentajes de polietilenos de alta densidad (6%, 9% y 12%) como agente estabilizador en la estructura y propiedades geotécnicas de la arcilla. Estos incluyeron pruebas de límites de Atterberg, compactación modificada y prueba de relación de carga California CBR. Los resultados revelaron mejoras significativas en las propiedades físicas de la arcilla expansiva cuando se emplea el polímero.

2.2.1.7. RECICLAJE DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

El PET es factible degradarse mediante diferentes procesos, tanto químicos como naturales. Los procesos químicos permiten dar un reuso al material gracias a que logra modificar la estructura molecular de este; mientras que los procesos naturales tardan una cuantiosa cantidad de tiempo a causa del tiempo de vida del PET supera los 50 años (Sherwell, 2014).

Sin embargo, el PET también es posible el reciclarse mediante rutas químicas, donde se consigue los monómeros iniciales o transformando el PET en poliol mediante mecanismo de transesterificación e incorporación de poliuretano; o rutas mecánicas, donde se aprovechando la condición termoplástica del PET, se repite el proceso de fusión para la producción de nuevas botellas u otros productos como fibras, alfombras, envases no alimentarios, etc., (Nisticó, 2020). En adición a estos procesos usuales del reciclaje de PET, en los últimos años se ha investigado acerca del mejoramiento de suelos para bases o sub bases de carreteras mediante la adición de PET y otros materiales de largo tiempo de vida, aprovechando sus propiedades de resistencia y rigidez; siendo esta una alternativa de solución para las grandes cantidades de plástico que no logran ser reciclados (Perera et al., 2019).

En dicha investigación se utilizará polímero sintético de clase polietileno de alta densidad, polímero extraído de botellas de polietileno tereftalato (PET) en desuso.

2.2.2. ESTABILIZACIÓN, DE SUELOS

Definiciones

Se refiere al proceso de combinar dos o más tipos de suelos diferentes, o también a la mezcla de un suelo con otro geomaterial o productos químicos (Al-Jeznawi et al., 2021).

Que generan una modificación de las propiedades geotécnicas del suelo según los requerimientos del proyecto ingenieril (Mishra y Gupta, 2018).

La estabilización de suelos se realiza principalmente por las siguientes razones (Patel, 2019):

- Aumento de la resistencia y, por tanto, la capacidad de carga.

- Control de polvo para un buen ambiente de trabajo.
- Impermeabilización para conservación de estructuras naturales o artificiales.
- Fomentar el uso de residuos de geo materiales en construcciones.

Según el Manual de Carreteras, la estabilización de suelos implica principalmente proporcionar resistencia mecánica al suelo y garantizar la durabilidad de esta característica a lo largo del tiempo. Diversas técnicas de estabilización, variando desde la inclusión de otro tipo de estrato, a la adición de uno o más aditivos estabilizadores. Sin importar el mecanismo de estabilidad elegido, siempre debe ser seguido de un desarrollo de compactación (MTC, 2014).

2.2.2.1. MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

En términos generales, se puede clasificar en dos métodos o técnicas, los cuales son: La estabilización mecánica y la química. Cada uno estos métodos pueden ser usado de manera independiente o simultánea, con la intención de optimizar los beneficios de cada método (Ikeagwuani y Nwonu, 2019).

2.2.2.2. ESTABILIZACIÓN MECÁNICA

Tiene como propósito obtener un material de alta densidad y bien graduado. El mecanismo usual consiste en primero, agregar diferentes grados de materiales logrando un material densamente compactado. Consecuentemente, añadiendo una pequeña cantidad de materiales finos, tales como limos y arcillas, se obtendrá una unión apropiada de los suelos con los agregados no cohesivos, lo que genera un aumento de la resistencia del material. El uso de partículas angulares y fuertes de arenas y gravas imparten incompresibilidad y fricción a la mezclanza, sin embargo, se puede mejorar esa estabilización con la incorporación de una cantidad acertada de algún aglutinante. En la estabilización

mecánica se prioriza el uso de materiales que se encuentren disponibles en la zona, tales como relaves de mina, coral, Clinker, conchas de abanico, escorias de productos industriales, escombros de construcción, etc. Para la correcta realización de esta metodología de estabilización se debe tener en cuenta los siguientes puntos (Patel, 2019).

- La resistencia mecánica y la pureza de los materiales constituyentes
- El porcentaje de materiales y su gradación en la mezcla
- El grado de adherencia del suelo que tiene lugar
- Los procedimientos de mezclado, laminado y compactación adoptados en campo
- Las condiciones ambientales y climáticas.

También se ha hecho uso de materiales geosintéticos en la estabilización mecánica, un método peculiar donde la resistencia del suelo y otras propiedades geotécnicas se acrecientan inclusive más (a causa al entrelazamiento de partículas, confinamiento, resistencia a la fricción y tracción) con la incorporación de materiales geosintéticos como geomallas, geotextiles y otros (Patel, 2019).

Algunos de los métodos de estabilización mecánica se detallan a continuación.

Compactación: La compactación consiste en utilizar un medio mecánico para expulsar los huecos de aire que se encuentran en la masa de suelo, consiguiendo que el suelo obtenga la capacidad de soportar cargas sin una compresión inmediata complementaria. Para una adecuada compactación, es preciso conseguir una adecuada relación humedad / densidad de los suelos, donde el óptimo contenido de humedad (OCH)

corresponde a una máxima densidad seca (MDS). No obstante, en ciertos casos, la masa de suelo puede ser compactada en valores cercano al OCH, de acuerdo a las circunstancias del lugar y la finalidad del proceso de compactación. Las características del suelo que influyen directamente en el OCH y la MDS comprenden la distribución del tamaño de partícula, la forma de los granos, la gravedad específica del suelo, y los tipos y cantidades de materiales arcillosos encontrados en la masa de suelo (Ikeagwuani y Nwonu, 2019).

Refuerzo: El refuerzo del suelo como método mecánico de estabilización de suelos implica la inclusión de elementos de refuerzo, ya sean materiales fibrosos en forma de geo sintéticos (geomalla, geocompuesto, geotextil y geocelda) o en forma de fibras de origen natural o sintético, u otro tipo de refuerzo como tiras de metal, clavos, anclajes para el suelo y micropilotes, en la masa del suelo. Los elementos de refuerzo contribuyen a la mejora del suelo, dependiendo de características de los elementos, tales como la rugosidad de la superficie (fricción cutánea), dimensiones de abertura de la rejilla (en el caso de geomallas, tensión normal efectiva, ancho de los componentes transversales; y también de la interacción suelo-soporte fundamentado en cualidades del suelo como la morfología del grano, organización de dimensión de partícula, el contenido de agua, la densidad, la rigidez y la cohesión (Patel, 2019).

Estabilización con residuos sólidos: Grandes cantidades de residuos sólidos son producidos diariamente en áreas urbanas. La mayoría de estos residuos están conformados por vidrio, papel, madera, plástico reciclado, desechos de caucho, de metales, productos reusables, así como también materiales orgánicos. La gestión y eliminación de estos residuos representan verdaderos desafíos medioambientales por las grandes cantidades que se producen a diario. Pese a lo cual, en los últimos tiempos, se he

estudiado y demostrado que el uso de algunos de estos desechos es aceptable para la estabilización de suelos (Ikeagwuani y Nwonu, 2019).

2.2.2.3. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

Es factible utilizarlo en todo tipo de suelo, con el objeto de conseguir perfeccionar las cualidades de este, modificando las propiedades físico-químicas del suelo natural se modifican para abordar problemas como la inestabilidad volumétrica y mejorar características como la resistencia y durabilidad. La estabilización química involucra una amplia gama de productos y materiales, siendo el cemento y la cal los más comunes. Además, se consideran productos como sales (cloruro de calcio/sodio) y subproductos industriales (cenizas volantes, escorias de alto horno) para estabilizar suelos utilizados como base en la construcción de carreteras. (Sharifah et al., 2013).

En 1ra instancia, la selección del tipo y la cantidad de estabilizante se encuentra en función de la clase de suelo, y como en 2da instancia, la posibilidad de progreso solicitado para el suceso en específico. El costo y el impacto ambiental, son otros factores a considerar. Por ejemplo, se ha demostrado que se utilizan porcentajes bajos del aditivo estabilizante cuando únicamente se intenta alterar propiedades como la plasticidad. Trabajabilidad o distribución de partículas; no obstante, se hará uso de mayo cantidad de aditivo estabilizante cuando las propiedades que se desean modificar se traten de la resistencia mecánica o la durabilidad para obtener un mayor tiempo de vida útil del servicio (Rivera et al., 2020).

Los lineamientos para dictaminar sobre qué tipo de estabilización química utilizar o no, se justifican en la generalidad de los sucesos por los límites de Atterberg, los cuales posibilitan la caracterización del comportamiento de los suelos finos. Otras

maneras para determinar la clase de estabilidad se relacionan con la densidad máxima seca (MDS) y el valor de capacidad de soporte (CBR) del suelo. Estas cualidades mencionadas, generalmente, determinan el carácter del suelo, y el conocerlas es relevante como la elección correcta de los materiales a usar en una estabilización (Rivera et al., 2020).

a) Suelo

En el ámbito de ingeniería, el suelo se conceptualiza como el sustrato terroso o también por contener áreas de acopio de partículas mineralógicas sin consolidar, un esquema que está conformado en variadas fases: gaseosa, líquida y sólida, por el cual, se desarrollan y construyen diversos proyectos de ingeniería (Nortcliff et al., 2012). El sustrato terroso es reconocido como el material de apoyo de estructuras con una larga historia, mayor complejidad y uso por parte de los ingenieros; de tal modo que sus propiedades mecánicas y fisicoquímicas, donde destacan la compresibilidad, fortaleza, estabilidad volumétrica, durabilidad y resistencia, son de suma relevancia en la rama de la, ingeniería; esto debido que la gran mayoría de obras civiles se encuentran cimentadas dentro de la tierra o su superficie (Rivera et al., 2020).

b) Tipos de los suelos

Según el tamaño de partículas y su índice de plasticidad, los suelos se clasifican generalmente en:

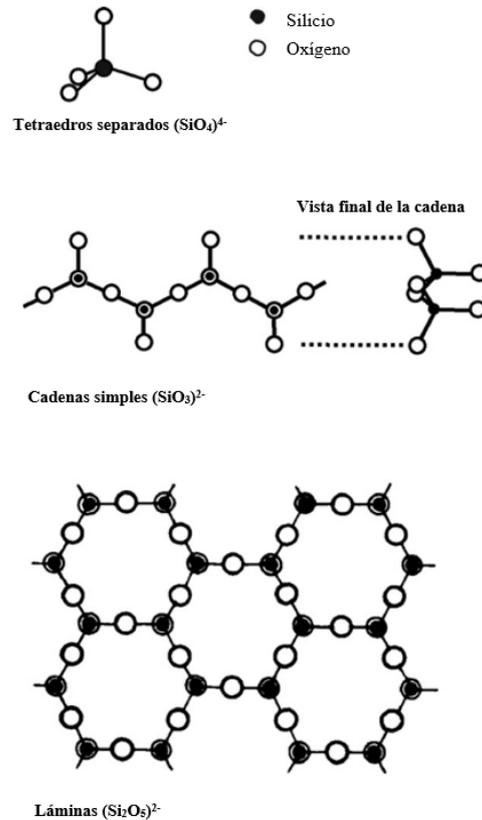
Gravas: Son acumulaciones naturales de fragmentos de roca, compuestas por granos de cuarzo y otros minerales de diferentes tamaños, que varían desde pasar por un tamiz de 3 pulgadas (75 mm) hasta ser retenidos por un tamiz No. 10 de 2 mm de diámetro. Estas acumulaciones suelen tener forma redondeada debido a la acción del agua y se encuentran típicamente en los lechos de ríos o en áreas de depresión donde se acumulan sedimentos. (Mata, 2010, p.19).

Arenas: Considerado gránulos conformados por partículas delgadas primordialmente de cuarzo o considerando diversos minerales, originario por desintegración de rocas o trituración mecánica industrial, las dimensiones pasan el tamiz No. 10 de 2 mm y acumuladas en el tamiz No. 200 de 0.075 mm de diámetro. El principio y origen es equivalente a la de las gravas y las dos suelen hallarse agrupadas en la misma área. Es un material que suele estar en óptimas condiciones limpio y sin ninguna clase de contracciones al estar seco (Mata, 2010, p.19).

Limos: Se refieren a estratos de suelo compuestos por finos granos de cuarzo y diversas partículas laminares de minerales micáceos, con una plasticidad mínima o nula. Estos estratos pueden ser de origen inorgánico, como los provenientes de canteras, o de origen orgánico, como el limo que se encuentra en los lechos de ríos. El tamaño de las partículas es inferior al tamiz No. 200 y un IP inferior o igual a 10. La coloración se diversifica entre el gris claro al tono oscuro, considerando su permeabilidad mínima (Mata, 2010, p.20).

Arcillas: Este tipo de suelos consisten en un estrato natural, de grano delgado, que posee la capacidad de desarrollar la propiedad de plasticidad cuando es combinado con una cantidad limitada de agua (Adams et al., 2016). Químicamente, las arcillas se definen como una unión de aluminosilicatos hidratados y otros iones metálicos (Sharifah, 2013). La estructura de las arcillas se encuentra basada en tetraedros de sílice unidos a través de esquinas distribuidas en láminas bidimensionales o cintas, como se muestra en la figura 2 (Adams et al., 2016). Los granos de arcilla generalmente tienen forma de escamas de mica, con un tamaño de gránulo inferior a 0.075mm, y un valor de IP superior a diez (Mata, 2010).

Figura 2
Bloques de construcción de silicatos



Fuente: (Adams et al., 2016)

c) Subrasante

Montejo (2002) referido a la capa de suelo ubicada en la parte inferior de la estructura del pavimento se prepara y compacta adecuadamente para servir como base del pavimento. La calidad de esta capa está principalmente determinada por el grosor que requiere el pavimento, ya sea de asfalto o concreto. Como indicador de apreciación de este estrato se emplea la capacidad de soporte (CBR).

Es crucial tener en cuenta la susceptibilidad del estrato a la humedad, así como su resistencia ante posibles cambios de volumen, como la expansión. Las variaciones de volumen en un estrato de subrasante con características expansivas pueden causar daños significativos a las infraestructuras que se apoyan en él. (Montejo, 2002).

d) Caracterización de la subrasante

El manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos menciona que para hallar las cualidades físico y mecánicas del estrato de la subrasante se harán uso de inspecciones mediante la excavación de calicatas de 1.50 m de fondo, la cantidad de huecos por kilómetro está supeditado a la clase de carretera (MTC, 2014), tal como se especifica en la tabla 2.

Tabla 2

Número de calicatas para la exploración de suelos

Tipos de carreteras	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, dos o más cada una con carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada de carriles por sentido: 2 4 calicatas x km x sentido Calzada de carriles por sentido: 3 4 calicatas x km x sentido Calzada de carriles por sentido: 4 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada de carriles por sentido: 2 4 calicatas x km x sentido Calzada de carriles por sentido: 3 4 calicatas x km x sentido Calzada de carriles por sentido: 4 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente en forma alternada
Carreteras Primera Clase: carreteras de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de calzadas separadas, de	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente en forma alternada

una calzada de dos carriles		
Carreteras Segunda Clase: de carreteras de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x km
Carreteras Tercera Clase: de carreteras de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x km
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: de carreteras de IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicatas x km

Fuente: (MTC, 2014)

2.2.2.4. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

- **Distribución granulométrica**

Definiciones

Se refiere a la manera en que se distribuyen las dimensiones del material pétreo de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas en el Ensayo MTC E 107. A partir de esta distribución, se puede evaluar con mayor o menor precisión otras cualidades que podrían influir en ello (Sherwell, 2014). El objetivo de la distribución granulométrica de un estrato es analizar la proporción de sus distintos componentes, organizados según su tamaño. (MTC, 2014, p. 30). En la tabla 3 se aprecia la clasificación de úselos según el tamaño de sus partículas, mientras que en la tabla 4 se encuentran los tamices normalizados para el ensayo de granulometría.

Tabla 3
Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: (MTC, 2014)

Tabla 4
Tamices normalizados de mallas cuadrados

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.000
N°4	9.500
N°10	4.760
N°20	2.000
N°40	0.840
N°60	0.425
N°140	0.260
N°200	0.075

Fuente: (MTC, 2017)

- **Humedad natural**

Definiciones

Característica fundamental del suelo, debido a que la fortaleza del material que conforman una subrasante, en particular partículas delgadas, está asociada directamente con las condiciones de densidad y humedad de los estratos en estudio (Shafiqu y Hasan, 2018).

El valor calculado de humedad natural (determinado según el ensayo MTC E 108) se confronta con el OCH adquirido de los ensayos de Proctor para adquirir el CBR del estrato (Louzada y Toé, 2019).

Si la humedad óptima es igual o mayor que la humedad natural, se aconseja compactar el suelo de manera estándar y añadir agua según sea necesario.

No obstante, la humedad óptima es inferior a la humedad natural, según el estado de saturación del suelo, se recomienda acrecentar la energía de compactación, reemplazar el material saturado o una aireación de este (MTC, 2014).

- **Límites de Atterberg**

Definiciones

La plasticidad se define como la capacidad de los suelos de mantener estables hasta un cierto límite de humedad sin disgregarse, es decir, que la plasticidad de un suelo está únicamente relacionado a su contenido de elementos finos, más no de gruesos. Siendo los límites de Atterberg el ensayo propicio para determinar esta propiedad (Zenteno, 2018).

Estos análisis determinarán la magnitud de la influencia del contenido de humedad en el comportamiento del suelo, definiendo los límites correspondientes para los tres estados de consistencia: sólido, líquido y plástico. A continuación, se detallan estos estados. (MTC, 2014).

- Límite Líquido (LL), determinado considerando el MTC E 110, es cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y posee la capacidad de moldearse.
- Límite Plástico (LP), determinado considerando el MTC E 111, cuando el suelo pasa un estado semisólido desde un estado plástico y se fractura.
- Límite de Contracción (retracción), considerando el MTC E112, cuando el estrato pasa a un estado sólido desde un estado semisólido y desiste de contraerse al olvidar humedad.

El límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) se utilizan para calcular el índice de plasticidad (IP), que se define como la diferencia entre el LL y el LP (MTC, 2017). El IP se emplea para categorizar un suelo según el rango de humedad, y su clasificación se detalla en la tabla 5.

Tabla 5
Clasificación del suelo según el Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcilloso plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: (MTC, 2014)

2.2.3. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Definiciones

La clasificación de los suelos para construcciones viales, se lleva a cabo por los sistemas de clasificación American Association of State Highway and Transportation Officials con las siglas AASHTO y el Unifiet Soil Classification System sistema ASTM o sistema SUCS ambos ingleses.

- **Clasificación de suelos AASHTO**

Definiciones

En este esquema, el material inorgánico está categorizado en siete grupos principales denominados con etiquetas desde A-1 al A7, y estos grupos a sus veces están divididos en 12 subgrupos (Márquez, 2019). Como se muestra en la tabla 6.

Las agrupaciones A-1, A-2 y A-3 se describen como suelos granulares, mientras que los grupos desde A-4 hasta A-7 se describen como suelos finos limo arcillosos (Das, 2014).

Tabla 6
Sistema de Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0.08 mm)							Suelos finos ($>35\%$ Bajo 0.08 mm)				
	A-1		A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7			
Grupo	A-1a	A-1b										
Sub- Grupo			A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*					A-7-5*	A-7-6**
2 mm	≤ 50											
0.5 mm	≤ 30											
0.08 mm	≤ 15			≤ 35					≤ 36			
WL			≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 15		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas			Suelos Limosos			Suelos Arcillosos		
	**A-7-5; $IP \leq (WL - 30)$						**A-7-6; $IP > (WL - 30)$					
	$IG = (B/0.08 - 35) (0.2 + 0.005 (WL - 40)) + (B / 0.08 - 15) (IP - 10) \times 0.01$											
	*Para A-2-6 y A2-7:						$IG = (B / 0.08 - 15) (IP-10) \times 0.01$					
	Si el suelo es NP \rightarrow						IG = 0 ; Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$					

Fuente: (MTC, 2014)

Montejo (2002), nos describe resumidamente cada uno de los grupos de suelos

- ✓ Clase A-1-a: Contiene material terroso con altos porcentajes de gravas y mínimos dosis de finos.
- ✓ Clase A- 1-b: Contiene material terroso con dosis de arena sin o con finos de la distribución bien definida.
- ✓ Clase A -2-4: Contiene a material granular con fracciones finas limosas.
- ✓ Clase A- 2-5: Define a los suelos intermedios.
- ✓ Clase A- 2-6: Define al suelo granular con fracciones finas arcillosas.
- ✓ Clase A-2-7: Intermedio
- ✓ Clase A-3: Contiene material terroso con una distribución mala, que carece de grava y suelos finos.
- ✓ Clase A-4: Comprende sobre todo a material con fracciones finas limosas.
- ✓ Clase A - 5: Abarca suelos inusuales, que comprende fracciones finas limosas, generalmente elásticas y difíciles de compactar.
- ✓ Clase A - 6: Suelos que comprenden por fracciones finas limosas o arcillosas con un límite líquido bajo.
- ✓ Clase A - 7 - 5: Comprende material con arcillas y limos mayormente plásticos.
- ✓ Clase A - 7 - 6: Comprende material con arcillas y limos mayormente plásticos.

2.2.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

Definiciones

El sistema de clasificación desarrollado por Arturo Casagrande es una adaptación y mejora más completa de su sistema de clasificación de 1942, el cual se empleaba en la categorización de suelos en aeropuertos. (Montejo. 2002).

La organización SUCS se clasifica las tierras en:

- ✓ Tierras de grano recio o grueso.
- ✓ Tierras de grano delgado o fino.
- ✓ Tierras orgánicas.

El material de partículas recias y delgadas se diferencian por medio del tamizado del material a través del tamiz No. 200. Los suelos de grano grueso corresponden a los acumulados en la malla No. 200, mientras que los finos conciernen a los que cruzan de esta manera se usa el criterio que un suelo se considera firme si más del 52% de sus partículas son retenidas por el tamiz No. 200, y se considera fino si más del 50% de sus granos pasan a través de esta malla. Este sistema de clasificación consta de un prefijo y un sufijo. El prefijo corresponde a la primera letra de los nombres en inglés de las seis principales clases de suelo (arena, limo, arcilla, grava, suelos orgánicos de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican subdivisiones dentro de los grupos. (Montejo, 2002).

Tabla 7
Sistema de clasificación de suelos SUCS

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolo		
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas Limpias	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3c$	GW		
		Menos de 5% finos ^a	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3c$	GP		
		Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 3)	GM		
		Más de 5% finos ^{a,e}	$PI > 7$ y gráficos o por encima de línea "A" (figura 3)	GC		
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3c$	SW		
		Menos de 5% finos ^b	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3c$	SP		
		Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 3)	SM		
		Más de 12% finos ^{b,d}	$PI > 7$ y gráficos o por encima de línea "A" (figura 3)	SC		
	Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y Arcillas Limite líquido menor de 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos o por encima de línea "A" (figura 3)	CL	
				$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 3)	ML	
		Orgánico	<u>Límite líquido: secado</u> Límite líquido: no secado	< 0.75 ; vea la figura 3 zona OL	OL	
Limos y Arcillas Limite líquido 50 o más		Inorgánico		Gráfico PI en o por encima de línea "A" (figura 3)	CH	
				Gráfico PI por debajo de línea "A" (figura 3)	MH	
		Orgánico		<u>Límite líquido: secado</u> Límite líquido: no secado	< 0.75 ; vea la figura 3 zona OL	OH

a) Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GM, GP-GM, GP-GC.

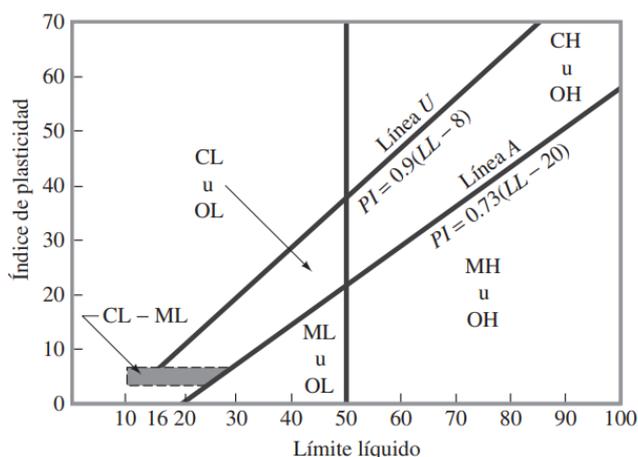
b) Arenas con d a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} ; C_c = \frac{(D_{60})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

c) Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 3, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

d) Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 3, se usa doble símbolo CL-ML.

Figura 3
Gráfica de plasticidad usado en la clasificación de suelos SUCS



Fuente: (Das, 2014)

El manual de carreteras a nivel nacional expone la correlación entre ambos sistemas de clasificación, en la tabla 8.

Tabla 8
Sistemas de clasificación de suelos AASHTO – SUCS

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

Fuente: (MTC, 2014)

2.2.4.1. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

Definición

Dentro las características mecánicas son dos las que se estudian primordialmente, la compactación mediante el ensayo de Proctor, y la capacidad portante del suelo mediante el ensayo CBR

(Cuipa, 2018).

- **Compactación del suelo**

La compactación, entendida como el proceso artificial o mecánico destinado a mejorar las características de los estratos que componen la sección estructural de una carretera, tiene como objetivo asegurar la durabilidad y el cumplimiento de la función para la cual fue diseñada la obra.

El ensayo de Proctor busca reducir los huecos presentes en un estrato, lo que implica una variación en el volumen en función del porcentaje de humedad. Sin embargo, la compactación no elimina por completo los huecos del suelo ni elimina toda la humedad; por lo tanto, la condición de humedad de un estrato compactado en una carretera es relativamente saturada. (Cuipal, 2018).

- **Ensayo Proctor Estándar**

Definiciones

La prueba de Proctor estándar está dado según las normativas ASTM D 698. En este ensayo, el estrato es compactado en una matriz que se encuentra unido a una placa base de asiento y a una extensión del molde en la parte elevada, la compactación se da por medio tres capas del material previamente humectado, cada capa apisonada 25 veces por un martillo de peso 24.4 N (Cuipal, 2018).

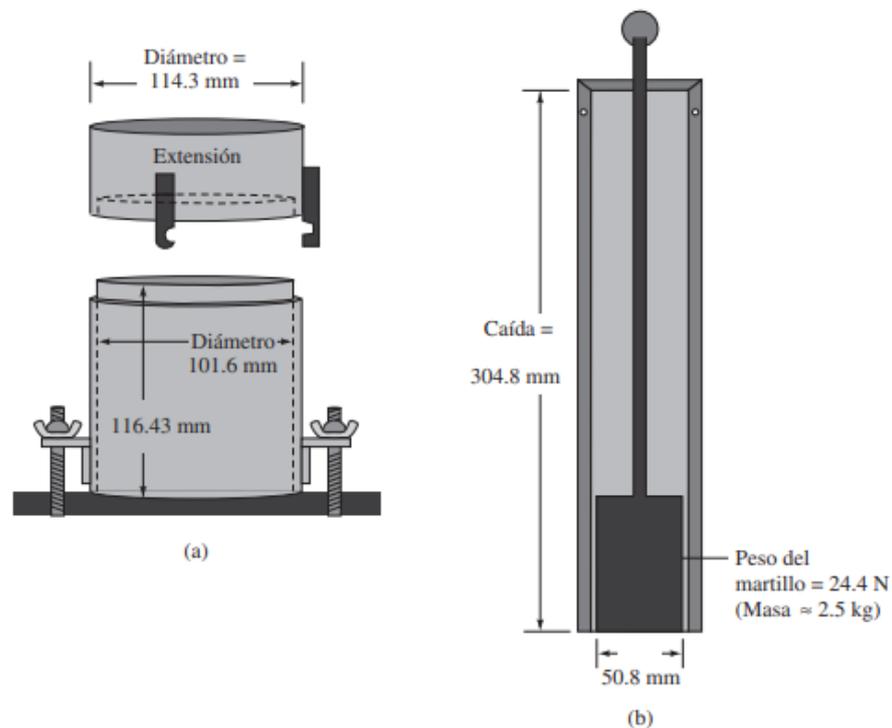
Sin embargo, los estándares disponen tres procedimientos diferentes apoyados en la sucesión del material, como se indica en la tabla 9.

Tabla 9
Especificaciones del ensayo Proctor Estándar

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del martillo	24.4 n	24.4 N	24.4 N
Altura de la caída del martillo	304.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	3	3	3
Energía de compactación	591.1 kN-m/m ³	591.1 kN-m/m ³	591.1 kN-m/m ³
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5mm	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm

Fuente: (Das, 2014)

Figura 4
Equipo utilizado en el ensayo Proctor estándar



Fuente: (Das, 2014)

- **Ensayo Proctor Modificado**

- **Definiciones**

- Con el progreso de rodillos cargantes empleados en el apiñamiento del terreno, el ensayo de Proctor Estándar se tuvo que adaptar para representar de mejor manera la naturaleza del campo (Mata, 2010).

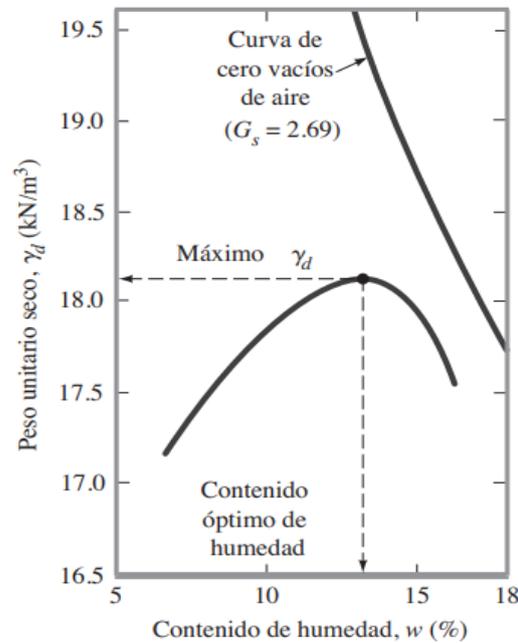
- Considera la normativa ASTM D 1557 oportuno al acrecentamiento del esfuerzo de compactación, existe un acrecentamiento de la DSM y una reducción del COH (Capia, 2020).

- Al igual que el Proctor estándar, se hacen mediciones específicas de los contenidos de humedad y las densidades secas respectivamente. Estos valores son planteados en el esquema cartesiano donde la abscisa corresponde al CH (%) y la ordenada a la densidad seca, obteniendo así el trazo de una curva que nos

da el punto máximo de la densidad seca, siendo ese el COH para el suelo en estudio (Sherwell, 2014).

Figura 5

Curva obtenida de los resultados de la prueba de compactación



Fuente: (Das, 2014)

- **Capacidad portante (CBR)**

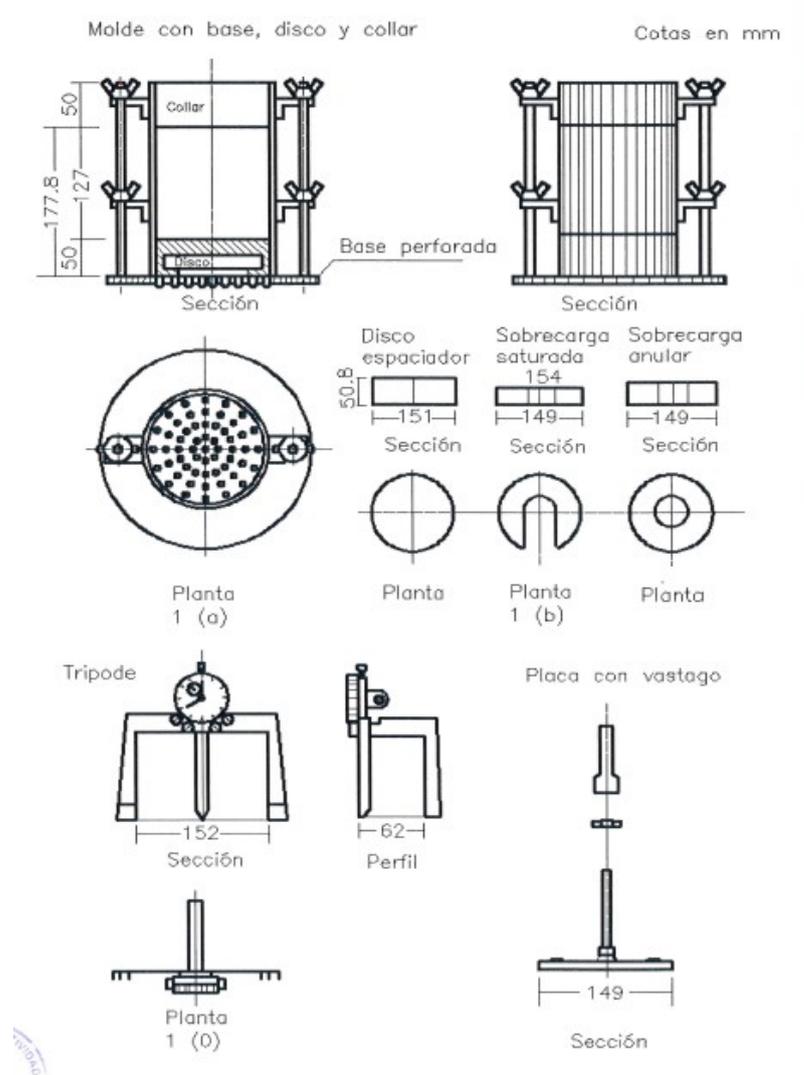
Definiciones

El CBR (California Bearing Ratio) indica la fortaleza de los estratos llamado como dato de vinculación de soporte. Este procedimiento de prueba se emplea para analizar la fortaleza latente de la superficie terrestre, subbase y material de base, inclusive materiales reciclados usado en pavimentaciones (Das, 2014).

El valor de CBR es parte sustancial de los métodos de diseño de pavimento flexible. La MTC E 132 esta referenciada a la normativa ASTM D 1883 (MTC, 2017).

El equipamiento utilizado en el ensayo CBR se demuestra en la figura 6.

Figura 6
Equipamiento utilizado en el ensayo CBR



Fuente: (MTC, 2017)

El método se basa en los valores de la relación de soporte obtenidos a partir de muestras de ensayo con el mismo peso unitario y contenido de agua previsto en el terreno. Se considera que la condición de humedad más desfavorable se presenta cuando el suelo de la muestra está saturado. Por otro lado, el procedimiento estándar del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos implica someter las muestras a un período de inmersión en líquido durante 4 días, confinadas en un recipiente bajo una carga similar a la que experimentaría en un pavimento, para luego llevar a cabo la prueba. (MTC, 2017, p. 250).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- a) **Arcillas:** Los suelos derivados de la sedimentación en los lechos de los ríos o de erosiones causadas por cambios geológicos se caracterizan por su alta susceptibilidad a la humedad. (Capia, 2020).
- b) **Carreteras no pavimentadas:** Se observa que las carreteras con un bajo volumen de tráfico generalmente están construidas con una capa granular que sirve como superficie de rodadura. (MTC, 2018).
- c) **Capacidad portante:** El término CBR, que significa California Bearing Ratio, se determina mediante un ensayo de corte del suelo, que implica compactar una muestra del suelo en cuestión. Al sumergir esta muestra en agua, se observa un cambio en el volumen debido a la hinchazón. (Mishra y Gupta, 2018).
- d) **Contenido de humedad:** Conceptualiza como una relación que se da entre el peso de agua (estado natural) y considera el peso de espécimen posterior de ser evaporada en un horno, cuyo valor se muestra en % (Sherwell, 2014).
- e) **Comprensibilidad:** Haciendo referencia al cambio en el volumen del estrato, que influye directamente en sus propiedades, afectando su capacidad de penetración y alterando las fuerzas entre las partículas, tanto en su intensidad como en su dirección. Esto también provoca un cambio en la resistencia del estrato al esfuerzo cortante. (Celi, 2021).
- f) **Dosificación:** Para estimar alguna mejora con el material a ensayar, viendo si existe alguna influencia con dicho agente estabilizador (Shafiqu y Hasan, 2018).
- g) **Durabilidad:** Capacidad de un material de conservar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas inalteradamente durante su vida útil. En obras viales se refiere a la fortaleza a la intemperie, a la abrasión del tráfico y a la erosión (Celi, 2021).

- h) Estabilización de suelos:** Suceso por el cual se perfecciona las características físicas a estratos inapropiados o escasos de fortaleza, a través de métodos mecánicos adicionando aditivos químicos, naturales o sintéticos (Capia, 2020).
- i) Granulometría:** Se define como el proceso que establece la distribución de los tamaños de las partículas, o en este caso, de los granos que componen una muestra de un material. (Mishra y Gupta, 2018).
- j) Límites de Atterberg:** Se refiere a los ensayos que incluyen el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad, los cuales permiten identificar la clasificación de los suelos. (Mishra y Gupta, 2018).
- k) Porcentaje:** Es una cuantificación porcentual para incorporar o sustituto por algún otro material en función del material primario (Capia, 2020).
- l) Proctor modificado:** Se conceptualiza como una relación entre su contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca, la cual aplica un esfuerzo a través de energía en la compactación a una caída de 20 entre 40 cm, dentro de moldes metálicos (Singh y Malhotra, 2018).
- m) Propiedades físicas:** Considerado como características dentro de ellas se encuentran la granulometría, contenido de humedad, clasificación de suelos etc., (Capia, 2020).
- n) Propiedades mecánicas:** Considerado como características mecánicas dentro de ellas están la capacidad de resistencia de suelos, Proctor estándar, modificado, CBR, resistencia al corte etc., (Capia, 2020).
- o) SUCS:** Estas siglas denominadas Sistema Unificado de Clasificación del Suelo, cual se basa en la norma ASTM D-2487, considerando en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg (límite líquido y plástico) de los suelos (Sherwell, 2014).
- p) Tereftalato de polietileno (PET):** Se caracteriza este material por su gran liviandad y fortaleza mecánica a compresión, elevado grado de claridad y brillantez, mantiene el gusto y esencia para los perecibles, siendo la

barrera contra gases, reutilizables y con eventualidad de elaborar envases reciclables (Zenteno, 2018).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El polímero sintético - PET influye significativamente en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- a) El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos significativos en las características físicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.
- b) El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos significativos en las características mecánicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

2.5. VARIABLES

Se presentan la variables dependiente e independiente del siguiente proyecto de investigación.

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso

Dimensiones

- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Polímero sintético- PET

Dimensiones

- Proporción de polímeros

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 10

Operacionalización de variables dependientes e independientes

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso	Propiedades físicas	Granulometría	Razón
		Humedad	
	Propiedades mecánicas	Límites de Atterberg	Razón
		Clasificación de suelos	
Variable Dependiente: Polímero sintético - PET	Dosificación de polímero	Capacidad portante (CBR)	Razón
		Compactación del suelo (PROCTOR)	
		Porcentajes	Razón

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de carácter **aplicado**, de hecho, (Hernández et al., 2014) afirma que: “Está asociada al estudio indispensable pues se acentúa en los hallazgos y contribuciones hipotéticas para agregar la resolución de la dificultad” (p. 53).

El análisis proporcionó información sobre las relaciones causales y sus efectos o impactos entre variables, gracias a la comprensión adquirida a partir de la situación real.

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación tuvo enfoque **cuantitativo**, pues según (Hernández et al., 2014), afirma: Que el investigador recolectará ciertas alternativas a determinadas muestras y se analizó mediante procesos estadísticos (p. 38).

3.1.2. NIVEL

Se considera una investigación **Explicativa**, pues se basa en buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. (Hernández et al., 2014).

3.1.3. DISEÑO

El diseño de la investigación presenta un diseño experimental, pues se conceptualiza según (Hernández et al., 2014), como una verificación de la hipótesis impuesta, basada en una suposición, efectuando la manipulación de variables que permita la demostración de causa y efecto en el comportamiento de la otra variable presentes en la investigación. Según los resultados se considera cuantitativa, siendo como propósito Experimental, considerando la cronología de las observaciones es Prospectivo; finalmente según el número de Transversal.

Se puede observar a continuación:

$X \text{ ----} \rightarrow Y$

$M_x \text{ -----} \rightarrow E_1$

$M_x \text{ -----} \rightarrow E_2$

$M_x \text{ -----} \rightarrow E_3$

$M_x \text{ -----} \rightarrow E_4$

Donde:

M_x : Muestra

E_{1-4} : Muestra (suelo arcilloso) estabilizada con 5%, 15%, 30% y 50% de polímero sintético reciclado.

X: Variable dependiente.

Y: Variable independiente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En la presente investigación el universo poblacional está compuesto por los suelos arcillosos del Centro Poblado Huanchuasi, Distrito Ambo, Provincia Ambo, Departamento Huánuco.

La población se considera como el beneficio para la investigación, a fin de sobrentender la examinación de la muestra, a tiende a un grupo finito o infinito de componentes con cualidades generales, para los cuales habrá extensivas las consecuencias del estudio. (Borja, 2016, p. 25).

3.2.2. MUESTRA

La muestra representa una unidad o subgrupo del objeto o población en estudio, con características similares entre sí. (Borja, 2016).

En la presente investigación, se considera como muestra a los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi – Ambo, tramo comprendido entre el km 0 + 000 hasta el km 2 + 250 aproximadamente, realizando 4 calicatas de 1.50 metros de profundidad, ancho de 0.80 m y largo 0.80 m., considerando al MTC (2014) se elaboró 2 calicatas x km, según carretera de 3ra clase, verificar en Anexo 5. Luego a cada muestrario del estrato se realizará la adición de dicho polímero sintético clase polietileno de alta densidad - Tereftalato (PET), adicionando porcentajes de 0.5%, 3.5%, 6.5% y 9.5% respecto al peso de suelo, en tiras de 0.5 mm de ancho x 10 mm de largo.

Tabla 11

Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-01

Ensayos/ Descripción	Número de Calicata	Muestra patrón	Dosificaciones de polímeros sintéticos					Total
			0%	0.5%	3.5%	6.5%	9.5%	
Propiedades físicas							15	
Granulometría	C-01	1	1	1	1	1	5	
Contenido de humedad		1	1	1	1	1	5	
Límites de consistencia		1	1	1	1	1	5	
Propiedades mecánicas							10	
Compactación del suelo (Proctor Modificado)	C-01	1	1	1	1	1	5	
Índice de CBR		1	1	1	1	1	5	
Sub total de muestras							25	

Tabla 12

Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-02

Ensayos/ Descripción	Número de Calicata	Muestra patrón	Dosificaciones de polímeros sintéticos					Total
			0%	0.5%	3.5%	6.5%	9.5%	
Propiedades físicas							15	
Granulometría	C-02	1	1	1	1	1	5	
Contenido de humedad		1	1	1	1	1	5	
Límites de consistencia		1	1	1	1	1	5	
Propiedades mecánicas							10	

Compactación del suelo (Proctor Modificado)	C-02	1	1	1	1	1	5
Índice de CBR		1	1	1	1	1	5
Sub total de muestras							25

Tabla 13

Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-03

Ensayos/ Descripción	Número de Calicata	Muestra patrón	Dosificaciones de polímeros sintéticos					Total
			0%	0.5%	3.5%	6.5%	9.5%	
Propiedades físicas								15
Granulometría	C-03	1	1	1	1	1	5	
Contenido de humedad		1	1	1	1	1	5	
Límites de consistencia		1	1	1	1	1	5	
Propiedades mecánicas								10
Compactación del suelo (Proctor Modificado)	C-03	1	1	1	1	1	5	
Índice de CBR		1	1	1	1	1	5	
Sub total de muestras								25

Tabla 14

Cantidad de ensayos a realizar por calicata elaborada in situ C-04

Ensayos/ Descripción	Número de Calicata	Muestra patrón	Dosificaciones de polímeros sintéticos					Total
			0%	0.5%	3.5%	6.5%	9.5%	
Propiedades físicas								15
Granulometría	C-04	1	1	1	1	1	5	
Contenido de humedad		1	1	1	1	1	5	
Límites de consistencia		1	1	1	1	1	5	
Propiedades mecánicas								10
Compactación del suelo (Proctor Modificado)	C-04	1	1	1	1	1	5	
Índice de CBR		1	1	1	1	1	5	
Sub total de muestras								25

3.2.3. MUESTREO

El método de muestreo no probabilístico se basa en la decisión del investigador o del grupo de investigación, en lugar de seguir una fórmula específica. (Borja, 2016).

Esta investigación es de tipo no probabilística, ya que el investigador decide las dosificaciones en función de estudios previos.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS (DETALLAR LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS)

3.3.1.1. TÉCNICAS

En siguiente investigación se utilizó la técnica de la observación directa muy utilizada en este ámbito de la investigación, y el análisis documental, las mismas que nos facilitaron la obtención y análisis de los valores obtenidos que se anexan en el apartado del capítulo de Anexos.

Instrumentos

En las herramientas a utilizar en el siguiente trabajo de investigación serán:

- Las fichas técnicas reglamentarias por el laboratorio de Ensayos.
- Programación de software y equipos de cómputos.
- Equipo de laboratorio con certificación de calibración de equipos.

Los cuales consintieron conseguir información, ejecutar pruebas y ensayos de laboratorio correspondiente para adquirir los resultados deseables siendo el laboratorio con el que se trabaja INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ – Laboratorio de Mecánica

de Suelos -Asfalto-Concreto y Ensayo de Materiales de Construcción.

Validez

Para poder autenticar la validez se utilizó reglamentos y protocolos sujetos a ensayos estandarizados y pruebas., determinados para el acopio de información en las etapas de ensayos de laboratorio. En tanto, se empleó la normativa técnica peruana (NTP) y así mismo, la American Society for Testing and Materials (ASTM) y considerando sus reglamentaciones que le proceden para los ensayos que engloba mecánicas de estratos.

Las pruebas condujeron a ser hechos considerando una estricta supervisión de un profesional capacitado y técnico laboratorista certificado y acreditado para dichas labores.

Confiabilidad

El presente proyecto de investigación considerara herramientas de acopio de datos verificados por profesionales y personal técnico, la realización de ensayos estuvo a cargo del investigador y apoyo de personal técnico calificado, sumado a ello se tiene la certeza que este trabajo de investigación es verídico pues se empleó la normativa APA 7ma Edición, considerando un software antiplagio y con ello garantizar la confiabilidad.

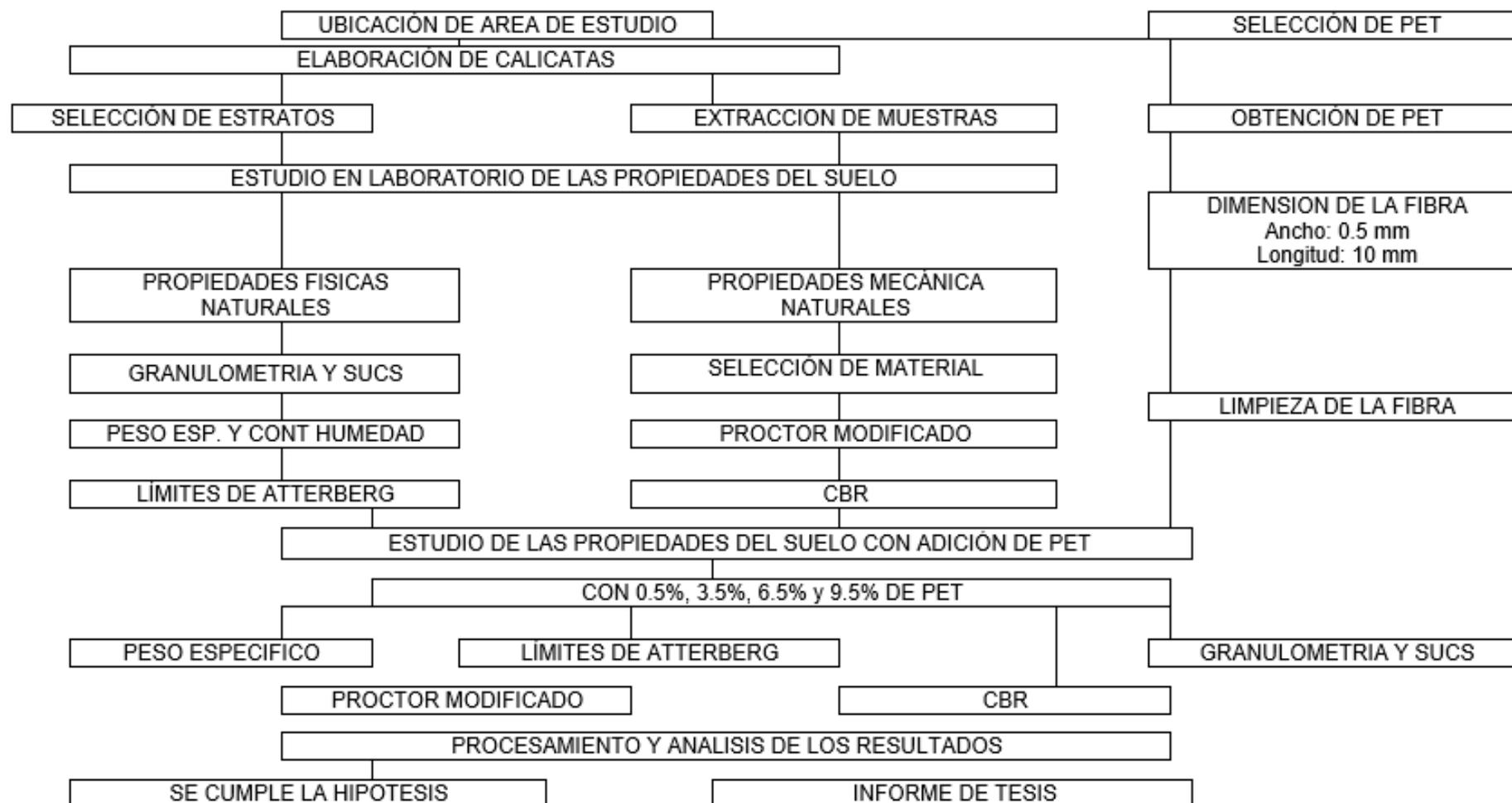
3.3.2. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Procedimientos

Primeramente, empezó a localizar la zona de investigación, luego se ubicó las calicatas de exploración en puntos referenciales, se realizó la extracción de material terroso y luego adquirir muestras de cada calicata que se elaboró a una altura de 1.50 metros y realizándose una comprobación de los suelos por medio del uniforme idóneo y protección

los EPP. Las muestras de suelos para el presente estudio serán extraídas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito Ambo, Provincia Ambo, Departamento Huánuco, el material de reciclable de polímero sintético se obtuvieron del desecho arrojado por la población en áreas transitadas de la zona o de uso público recolectando así (botellas de plástico, sillas, bolsas, etc.). Se muestra la descripción de procesos en la figura 7.

Figura 7
Descripción de procesos del proyecto de investigación



3.3.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS - ENSAYOS

➤ **Análisis granulométrico por tamizado - ASTM-D6913 / NTP 339.128**

Es un procedimiento en el cual se termina las dosificaciones en porcentaje (%) del espécimen de material terroso a estudiar, material que pasa por diversas mallas hasta llegar al 0.075 mm correspondiente a la malla N°200. En tanto, se hizo una muestra para cada ensayo, que se debe pesar para posterior se acopiadas por su peso en el esquema de laboratorio, asimismo, el lavado del material en la malla N°200, con buena cantidad de líquido, dejándose caer para luego poder ser tamizado y seguidamente determinar así su peso retenido, siendo así estos datos registrados y evaluados en las plantillas estandarizadas y reglamentadas vigentes. (MTC, 2014).

➤ **Determinación del contenido de humedad CH- ASTM-D4959 / NTP 339.127**

Este ensayo se basa en examinar la cantidad de líquido presente en el suelo. Para hacerlo, se registró el peso de la bandeja, se colocó la muestra y se determinó la masa del material húmedo, incluyendo el recipiente, para luego registrarla. Luego, la muestra con el recipiente se colocó en un horno a 110°C durante 24 horas, se secó y se volvió a pesar para determinar su nuevo peso en estado seco al horno. (MTC, 2014).

➤ **Límites de Atterberg o de consistencia**

El siguiente ensayo consistente en determinar los nombrados límites de plasticidad o también límites de consistencia, también llamados límites de Atterberg, como: el límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP).

➤ **Límite líquido - ASTM-D4318 / NTP 339.129**

En este ensayo consiste en determinar el CH por debajo del cual el material terroso se constituye como un componente plástico. Pues estando en dichas condiciones el suelo modifica su habilidad al de un

fluido viscoso está en el vértice de ser maleable. Se utilizó una muestra de prueba y se mezcló con líquido por un lapso de tiempo de 10 minutos, empleándose una espátula, se hecho una cierta cantidad en la copa de Casagrande, y con 25 golpes, hasta que la abertura que se realizó con el ranurador se cierre para obtener su límite líquido. (MTC, 2014).

➤ **Límite plástico - ASTM-D4318 / NTP 339.129**

En este proceso el CH por debajo del cual se puede atender al material terroso como componente no plástico. En tanto, esta prueba radica en que el CH (%), cuando el estrato se encuentra en estado plástico y semisólido, considerado el tamiz No. 40, posteriormente se amasa con líquido hasta que tenga una consistencia plástica como plastilina condición para elaborar dicha prueba. Se toma una muestra pequeña de material terroso y se rueda con los dedos sobre una superficie plana y lisa. Este procedimiento se repite al menos dos veces para obtener el promedio de humedades. (MTC, 2014).

➤ **Límite de plasticidad - ASTM-D4318 / NTP 339.129**

El índice de plasticidad se considera como la resta de ambos límites ya hallados tanto el líquido con el plástico. (MTC, 2014).

➤ **Clasificación del suelo natural**

La conservación natural del suelo, se somete a una serie de ensayos de laboratorio accediendo a determinadas cualidades para adquirir la clasificación del estrato por AASHTO y SUCS. (MTC, 2014).

3.3.4. PROPIEDADES MECÁNICAS - ENSAYOS

➤ **Ensayo del Proctor Modificado - ASTM-D1557 / MTC E-115**

Primeramente, el ensayo radica en elaborar una serie de pasos para la realización de la compactación en laboratorio con el propósito de saber el OCH y la MDS de la muestra el cual empieza con el compactado en un depósito metálico de dimensiones de 4" o 6" con un pisón de 10

libras equivalente a 44.5 newtons que se cae a una altura de 18 pulgadas equivalente a 457 milímetros, ejerciendo una energía de compactación de 56000 lb-pie/pie³ equivalente a 2700 kN-m/m³.(MTC, 2014).

Seguidamente se procede transitar los especímenes terrosos por la malla #4, se incorporó líquido en cuantías inspeccionadas, a fin que la muestra obtenga variados contenidos de humedad, teniendo en consideración el registro de pesos y moldes respectivamente, se armó y aseguró los moldes con su collar respectivo, luego se empleó el suelo muestral en el depósito metálico para seguidamente enrasarse y organizarla uniformemente con instrumentos denominada espátula, para luego ser apisonada el suelo apisonando el suelo muestral en 5 capas y cada una de ellas considerando 56 golpes, para finalmente tomar el registro de la muestra y se retiró una diminutiva masa de la muestra para determinar su contenido de líquido. Ya con los valores en la plantilla se ejecuta la curva de compactación y MDS y OCH (MTC, 2014). Asimismo, el método se elaboró para el suelo muestral en su condición habitual, para luego ser analizada la alteración de las características del estrato subrasante al incorporarle el polímero sintético reciclado (botellas de plástico) en dosificaciones en función al peso seco al 0.5% hasta 9.5%

Propiedades Mecánicas – Valor Relativo Soporte (CBR) - ASTM-D1883

En esta prueba correspondiente a la propiedad mecánica, se determina la capacidad de soporte del estrato, el suelo muestral fue acondicionada en tanto las dosificaciones de PET para compactar acondicionaron de acorde a los métodos. (MTC, 2014).

El método registra resultados de los estudios registrados las cuales procede del apoyo a datar de dosificaciones de mixturas que contienen el mismo peso unitario y la cantidad de líquido que se tiene la expectativa de hallar en el suelo. Asimismo, es precisa el OCH y la DMS, a través de la prueba de Proctor-modificado, la información provino a compactación de una cuantía competente de suelo muestral diversificando la cuantía

de líquido, luego la compactación, en tanto se proviene de quitar la parte superior en este caso el collar, prontamente se enrasa y se nivela la muestra, y esto se repite reiteradas veces, sin embargo, al reverso esta vez sin disco espaciador, se puso un papel filtro, tomando el registro de peso. Finalmente, la prueba consintió la determinación la CBR, OCH, MDS. (MTC, 2014).

3.3.5. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En tanto este proceso es primordial el uso de gráficos, plantillas de cálculos, fichas de registro de datos de laboratorio, tablas estadísticas del procesamiento de datos de las hipótesis adquiridos con el software IBM SPSS versión 21.

3.3.6. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

En el trabajo de investigación fue valioso el uso de programas informáticos como el Microsoft Excel el proceso de análisis de la información adquirida en las pruebas que se efectuaron en el laboratorio privado. En tanto, durante el proceso de adquirir los datos y el estudio de datos estadísticos se utilizó

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADÍSTICOS CON SU RESPECTIVO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN)

Se realizó el estudio en la zona del centro poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo perteneciente al departamento de Huánuco, las muestras fueron realizadas en laboratorio con la extracción de muestras tipo alteradas, considerando normas internacionales como la ASTM y las normas nacionales NTP, respectivamente.

La sectorización y ubicación de los puntos de exploración de las calicatas pertinentes a un fondo de 1.50 m, bajo la normativa peruana del MTC-2014, se contabilizaron 04 calicatas y tuvieron la denominación C1, C2, C3, C4, de cada una se extrajo muestras alteradas y fueron colocadas en sacos y bolsas plásticas para los análisis indicados. Se observó dos tipos de suelos hallados en la calicata C1 y C2 que correspondieron bajo la clasificación SUCS, un suelo arcilloso de alta plasticidad, en tanto, el suelo hallado en la calicata C3 y C4 correspondieron a un suelo arcilloso de baja plasticidad, correspondientemente.

4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO SIN TRATAMIENTO

La muestra de suelo sin tratamiento comprendió los siguientes resultados para los ensayos físicos del suelo, lo cual se muestra a continuación en la siguiente Tabla 15.

Tabla 15
Características físicas del suelo sin tratamiento

Ensayo	CALICATAS			
	C1	C2	C3	C4
Límite Líquido (%)	52.02	56.91	45.02	43.06
Límite plástico (%)	27	28.87	30.29	31.25
Índice de plasticidad (%)	25.02	28.04	14.73	11.80
SUCS	CH	CH	CL	CL

AASTHO	A-7-6(16)	A-7-6(15)	A-7-5(12)	A-7-5(8)
Contenido de humedad (%)	17.24	18.31	19.23	18.21

Como se muestra en la Tabla 15, el ensayo de límites de consistencia bajo el procedimiento ASTM D4318, mostró ser un suelo muy plástico y considerando una clasificación según SUCS como un CH perteneciente a la calicata C1 y C2 y un suelo CL perteneciente a la calicata C3 y C4, respectivamente. Se observan que los valores del ensayo del contenido de humedad según los procedimientos de la normativa internacional ASTM D2216, los resultados obtenidos de las calicatas C1, C2, C3, C4 mostraron valores dispersos 17.24%, 18.31% concernientes para un suelo arcilloso de plasticidad alta CH, y para la calicata C3 y C4 mostraron valores de 19.23% y 18.21% perteneciente a un suelo arcilloso de baja plasticidad, respectivamente.

4.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO SIN TRATAMIENTO

Las pruebas como compactación se consideró el Proctor modificado

Tabla 16

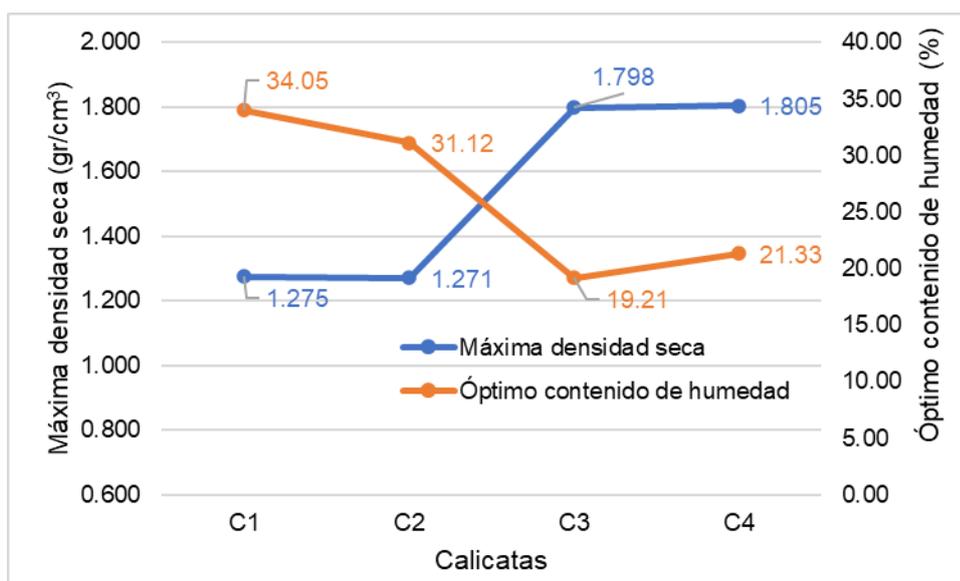
Prueba de compactación de la muestra natural para C-01 y C-02 natural

Calicata	Ensayo	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5
C1	Óptimo contenido de humedad (%)	29.39	30.97	34.93	36.61	38.46
C1	Máxima densidad seca (g/cm ³)	0.82	0.98	1.23	1.01	0.81
C2	Óptimo contenido de humedad (%)	26.46	28.11	30.22	33.96	35.65
C2	Máxima densidad seca (g/cm ³)	0.90	1.02	1.25	1.01	0.89

Tabla 17
Prueba de compactación de la muestra natural para C-02 y C-04

Calicata	Ensayo	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5
C3	Óptimo contenido de humedad (%)	15.81	17.52	19.56	20.77	22.28
C3	Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.39	1.62	1.78	1.61	1.36
C4	Óptimo contenido de humedad (%)	18.13	19.16	21.85	23.26	24.28
C4	Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.48	1.56	1.78	1.57	1.48

Figura 8
Proctor modificado para el suelo sin tratamiento

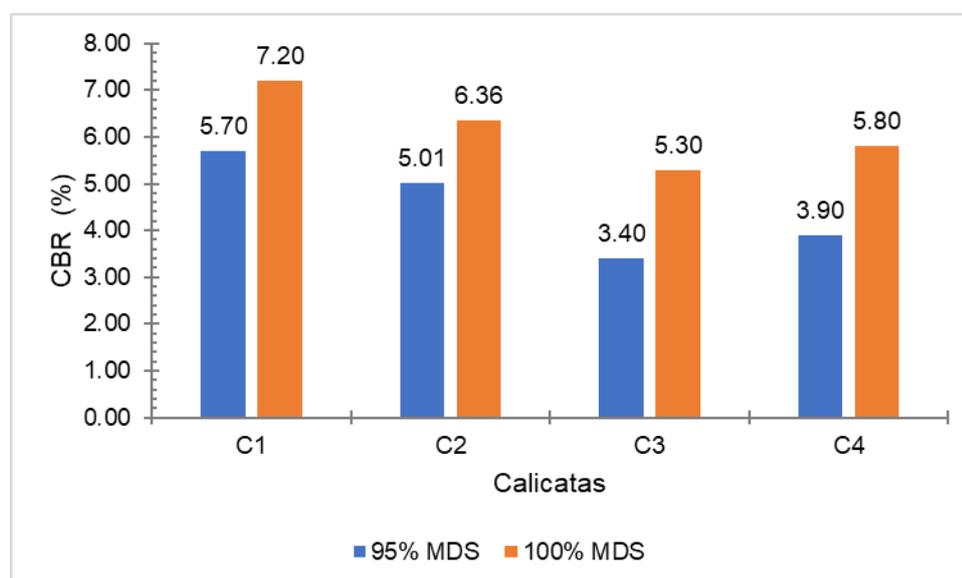


Como se muestra en la Figura 8, los resultados del Proctor modificado bajo los parámetros de la normativa ASTM D1557, los datos de la máxima densidad seca fueron para la calicata C3 y C4 de 1.275 y 1.271 g/cm³; y su óptimo contenido de humedad de 34.05% y 31.12%, tomando un promedio de ambos valores 1.273 g/cm³ para el tipo de suelo correspondiente CH según la SUCS. Los valores de la MDS fueron para la calicata C3 y C4 de 1.798 y 1.805 g/cm³; y su OCH de 19.21% y 21.33%, respectivamente tomando un promedio de ambos valores 1.802 g/cm³ para el tipo de suelo correspondiente CL según la SUCS.

Respecto a la prueba Capacidad de soporte de California (CBR)

Figura 9

Capacidad de soporte de California para el suelo sin tratamiento



En la Figura 9, según el ensayo de CBR bajo el proceso de la normativa internacional ASTM D1883, se demostró que un $CBR > 6$ a $CBR < 10\%$ como una subrasante S_2 : Subrasante regular según la MTC (2014, p.35), además, se demostró que los resultados obtenidos de la prueba son bajos al $CBR < 3\%$ corresponde a una S_0 : Subrasante insuficiente, mostrando ser para las calicatas C3 y C4 como una subrasante inadecuada y las calicatas C1 y C2 una subrasante regular.

A continuación, se desarrollaron los objetivos específicos estipulados en el presente estudio investigativo.

- a) Determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades físicas de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.

Análisis en el suelo con tratamiento de clasificación – CH

Tabla 18

Límite de Atterberg para suelos tipo CH con fibra PET

Calicata	Ensayo	(%) Dosificaciones de aditivo fibra de PET				
		0.00%	0.50%	3.50%	6.50%	9.50%
C1	LL (%)	52.02	49.34	49.67	48.71	48.06
	LP (%)	27.00	26.71	27.56	28.62	28.56
	IP (%)	25.02	22.63	22.11	20.09	19.50
C2	LL (%)	56.91	49.77	48.56	47.66	46.23
	LP (%)	28.87	26.23	25.77	26.88	25.89
	IP (%)	28.04	23.54	22.78	20.78	20.35

Análisis en el suelo con tratamiento de clasificación – CL

Tabla 19

Límite de Atterberg para suelos tipo CL con fibra PET

Calicata	Ensayo	(%) Dosificaciones de aditivo fibra de PET				
		0.00%	0.50%	3.50%	6.50%	9.50%
C3	LL (%)	45.02	52.02	56.69	45.21	43.11
	LP (%)	30.29	27	28.87	30.29	31.25
	IP (%)	14.73	25.02	27.82	14.93	11.86
C4	LL (%)	43.06	44.20	44.81	43.65	43.89
	LP (%)	31.25	32.56	33.78	33.12	33.70
	IP (%)	11.80	11.64	11.03	10.53	10.19

Se observa en la Tabla 18 y Tabla 19, bajo los procedimientos de la ASTM D4383 se muestra una reducción de la plasticidad entre 5.69 hasta 55.52% respecto a la muestra natural de suelo sin PET para la calicata C-1 y C-2, respectivamente para muestras de suelo de tipo CH; por otro lado, se redujo entre 4.54% hasta 7.45% respecto a la muestra natural de suelo sin PET para la calicata C-3 y C-4, respectivamente para muestras de suelo de tipo CL. Esto se puede dar debido a que el PET muestra una superficie rugosa la cual crea rugosidades y permite la acumulación de líquido originando así la reducción progresiva del índice plástico.

- b) Determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades mecánicas de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.

4.1.3. ANÁLISIS EN EL SUELO CON TRATAMIENTO DE CLASIFICACIÓN – CH

En relación al ensayo de Proctor modificado, donde se determinaron el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca. La muestra control fue al 0% (Control), mientras que las muestras experimentales se trataron con aditivo (Fibra de PET) en concentraciones del 0.50%, 3.50%, 6.50% y 9.50%. Las muestras utilizadas fueron obtenidas de las calicatas C1 y C2, las cuales correspondían a un suelo clasificado según SUCS como una arcilla de alta plasticidad, denominada CH. A continuación, se presentan los resultados del suelo tratado en la tabla siguiente.

Tabla 20
Resultados de compactación para los suelos tratados de tipo CH

Calicata	Ensayo	(%) Dosificaciones de aditivo fibra de PET				
		0.00	0.50	3.50	6.50	9.50
C1	Densidad máxima seca	1.275	1.194	1.208	1.215	1.183
C2	(g/cm ³)	1.271	1.201	1.211	1.218	1.180
C1	Óptimo contenido de	34.05	21.01	23.41	24.92	26.42
C2	humedad (%)	31.12	17.62	19.31	20.43	23.51

Tabla 21
Resultados de compactación para los suelos tratados de tipo CL

Calicata	Ensayo	(%) Dosificaciones de aditivo fibra de PET				
		0.00	0.50	3.50	6.50	9.50
C3	Densidad máxima seca	1.798	1.712	1.717	1.724	1.703
C4	(g/cm ³)	1.805	1.717	1.724	1.727	1.701
C3	Óptimo contenido de	19.21	11.3	12.31	12.9	14.33
C4	humedad (%)	21.33	9.82	10.43	10.91	13.11

Interpretación

Como se muestra en la Tabla 20 y Tabla 21, el ensayo de Proctor modificado se procedió a realizar bajo la normativa ASTM D1557, los diversos valores recopilados respecto al óptimo contenido de humedad de los especímenes experimentales con dosis al 0.5%, 3.5%, 6.5% y 9.5% mostraron valores de inferiores a la muestra sin tratamiento con reducciones significativas de para cada calicata C-1 hasta C-4. En tanto, la máxima densidad seca mostró resultados de reducción a medida que aumenta la dosis de PET, mostrándose con la última dosis al 9.5% de PET una disminución mayor.

La prueba de capacidad de soporte de California se elaboró bajo las consideraciones del reglamento internacional de la ASTM D1883, la cual estuvo integrada con muestras de suelo sin tratamiento (muestra control) al 0% y con muestras experimentales al 0.5%, 3.5%, 6.5% y 9.5% (Muestras con tratamiento), las cuales fueron analizadas al 95% de la MDS y al 100%MDS con análisis al 0.1" de penetración (Crítica), los resultados fueron extraídos de las calicatas C1 y C2, respectivamente.

Tabla 22
Resultados del CBR para los suelos tratados de tipo CH

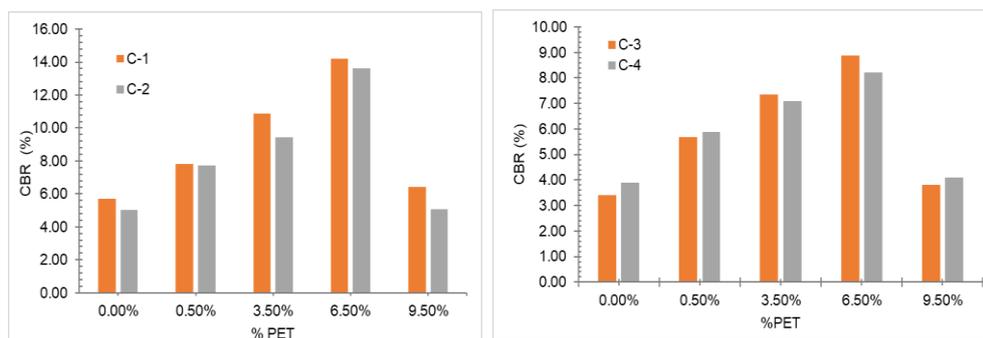
Calicata	Ensayo		(%) Dosificaciones de aditivo fibra de PET				
			0.00	0.50	3.50	6.50	9.50
C1	CBR	al	5.70	7.80	10.88	14.20	6.44
C2	95%MDS (%)		5.01	7.71	9.45	13.61	5.09
C1	CBR	al	7.20	10.47	18.67	19.67	7.47
C2	100%MDS		6.36	9.23	17.42	17.22	6.55

Tabla 23
Resultados del CBR para los suelos tratados de tipo CL

Calicata	Ensayo		(%) Dosificaciones de aditivo fibra de PET				
			0.00	0.50	3.50	6.50	9.50
C3	CBR	al	3.40	5.67	7.34	8.88	3.80
C4	95%MDS		3.90	5.89	7.10	8.21	4.10
C3	CBR	al	5.30	7.23	11.22	13.49	6.43
C4	100%MDS		5.80	7.76	9.33	12.13	5.90

Figura 10

CBR con dosificaciones experimentales con % de aditivo PET



Interpretación

Se muestra en la Figura 10, el ensayo perteneciente a (CBR), se elaboró bajo los procesos del reglamento ASTM D1883, se obtuvieron diversos resultados de las muestras experimentales pues el CBR al 95%MDS al 0.1” de penetración crítica. Los resultados mostraron un aumento a medida que incrementaron las dosis de PET y luego una decaída de su resistencia por encima del suelo sin tratamiento, siendo los incrementos porcentuales de 149.12% (6.5%PET), 171.66% (6.5%PET), 161.18% (6.5%PET), 110.51% (6.5%PET), respecto a la muestra sin tratamiento C-1, C-2, C-3 y C-4, respectivamente.

Adicionalmente, según la MTC (2014, P. 35), subraya que la categoría de subrasante-buena es $CBR > 10\%$ a $CBR < 20\%$, comprendiendo que de estar en una subrasante inadecuada pasa a ser una subrasante buena al 6.5% de fibra de PET en el suelo con tratamiento.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS (DEPENDIENTE DE LA INVESTIGACIÓN)

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

El polímero sintético - PET influye significativamente en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huanchuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

4.2.1.1. HO (HIPÓTESIS NULA)

El polímero sintético - PET no influye significativamente en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

4.2.1.2. HI (HIPÓTESIS INVESTIGACIÓN)

El polímero sintético - PET si influye significativamente en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

Esto se pudo comprobar al poder determinar las propiedades físicas donde se tuvo una clasificación del suelo arcilloso de alta y baja plasticidad como CH y CL según la SUCS; en tanto las propiedades mecánicas su máxima densidad seca tuvo una tendencia a disminuir a medida que se aumentó la fibra plástica respecto a la muestra natural (CH), y (CL); por otro lado, respecto al CBR al 95% MDS se tuvo un incremento del 149, 171, 161, 110% con el 6.5% de fibra plástica que corresponden a las calicatas C1, C2, C3, C4, respectivamente

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos significativos en las características físicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

4.2.2.1. HO (HIPÓTESIS NULA)

El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos negativos significativos en las características físicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

4.2.3. HI (HIPÓTESIS INVESTIGACIÓN)

El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos positivos significativos en las características físicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

Esta hipótesis se demostró ser válida mediante el análisis de los datos recopilados durante el estudio, los cuales evidenciaron cambios significativos en las características físicas de los suelos arcillosos debido a la aplicación de polímeros sintéticos - PET.

El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos significativos en las características mecánicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

4.2.4. HO (HIPÓTESIS NULA)

El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos negativos significativos en las características mecánicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

4.2.5. HI (HIPÓTESIS INVESTIGACIÓN)

El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos positivos significativos en las características mecánicas de los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.

Esta hipótesis se demostró ser válida mediante el análisis de los datos recopilados durante el estudio, los cuales evidenciaron cambios significativos en las características mecánicas de los suelos arcillosos debido a la aplicación de polímeros sintéticos - PET.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

En este capítulo se examina exhaustivamente la discusión de los resultados relevantes, contrastando los hallazgos obtenidos en diversas investigaciones a nivel internacional, nacional y local. También se evaluó la similitud o discrepancia de los resultados de cada estudio analizado con los valores obtenidos en la presente investigación. En esta investigación, se incorporó fibra de plástico PET en la mezcla de suelos arcillosos de alta y baja plasticidad del centro poblado Huancahuasi, ubicado en el distrito de Ambo, provincia de Ambo, departamento de Huancavelica.

Sobre determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades físicas de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.

El investigador Mishra y Gupta (2018), mostró similitud con los resultados obtenidos en la presente investigación, en efecto como resultados positivos con el uso de fibra PET y cenizas volantes, influyendo directamente en la reducción de la plasticidad hasta 1.03% con la mayor dosis de PET y cenizas del 1.6% y 20%.

Confrontando los valores con los hallazgos anteriores se observa que existen discrepancias que no guardan relación con los valores de la presente investigación pues el estudio mostró que el suelo tuvo dos clasificaciones según SUCS, como una arcilla tipo CH y CL, respectivamente. La intervención de la fibra plástica PET muestra que los límites de consistencia mostraron una reducción de 25 y 28% (C-1) hasta 19 y 20% (C-2) de su IP para suelos de tipo CH, en tanto para suelos tipo CL muestra reducciones de 14 y 11 (C-3) hasta 11 y 10% (C-4) de su IP, guardando similitud con los autores Mishra y Gupta (2018).

Sobre determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades mecánicas de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.

El investigador Celi (2021), mostró similitud como resultados que la inclusión de tereftalato de polietileno en porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12% los incrementos de resistencia en la capacidad de soporte de California para suelo arenosos limosos sugirió incluir dosis entre el rango de 3.6% hasta 7.8% a la muestra seca en concordancia al peso de esta. En tanto, los hallazgos Zenteno (2018), difiere con los presentado en la actual estudio, pues las dosis de tereftalato de polietileno en 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en la mezcla de suelos finos, el CBR referente al 100% de la MDS tuvo como resultados 50.65%, 20.39%, 18.38% y 17.36% respectivamente; en comparación al 28.91% de valor de CBR del suelo fino sin adiciones, finaliza que, la adición de 2%PET tiene un avance notablemente sobre la capacidad de CBR, haciendo viable su empleo en capas de sub rasante en pavimentos flexibles.

Confrontando los resultados con los hallazgos anteriores vemos que existen discrepancias que no guardan relación con los valores de la presente investigación pues el estudio mostró que el suelo tuvo dos clasificaciones según SUCS, como una arcilla tipo CH y CL, respectivamente. La intervención de la fibra plástica PET tuvo CBR al 95%MDS de con 6.5% de fibra plástica PET. Guardando similitud con los autores (Celi, 2021). Contrastando estos valores de la investigadora indica que al 6.5% de fibra de plástico PET logrando mejoría en la estabilización de los suelos arcillosos de baja capacidad o resistencia.

CONCLUSIONES

1. La investigación concluye que existe una viabilidad de uso de la fibra PET de manera ecoamigable para el mejoramiento de la sub rasante del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco, utilizando el aditivo PET como material estabilizador de suelos arcilloso en alta y baja plasticidad. La hipótesis general se confirma, ya que se observa que la adición de fibra de plástico PET en concentraciones del 0.5%, 3.5%, 6.5% y 9.5% tiene un impacto significativo en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas en la zona de estudio del centro poblado.
2. Los resultados sobre las propiedades físicas del suelo de estudio con el aditivo fibra de plástico PET mostró una reducción significativa con el crecimiento de porcentajes de PET en el suelo arcilloso de alta y baja plasticidad.
3. Los resultados sobre las propiedades mecánicas la capacidad de soporte de California mostró un aumento esencial con la dosis del 6.50% de fibra de plástico PET en peso seco del suelo de hasta 171.66 para el suelo tipo CH, y un incremento porcentual de 161.18% para el suelo tipo CL, respectivamente.

RECOMENDACIONES

La investigación señala que la inclusión de fibra de plástico PET tiene un impacto positivo en las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado. Se destaca la sostenibilidad y la influencia del PET tratado al 6.5%. Basándose en esto, la investigadora presenta las siguientes sugerencias:

1. Los valores obtenidos del estudio demostraron que la calidad del suelo es baja en el Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco de estudio, por lo que es prioritario realizar una estabilización con el aditivo de fibra de plástico PET en la dosis óptima al 6.5% pues se obtuvo una subrasante buena en la categoría del MTC 2014), respectivamente.
2. Se sugiere que para dar un veredicto de viabilidad técnica de la fibra de plástico PET en el suelo arcilloso es necesario contemplar mayor cantidad de ensayos en el suelo tratado como ensayos químicos, contenido de sales, pH, resistencia no confinada entre otros con fines de mejoramiento de subrasante y analizar la microscopia estructural empelando el equipo de microscopia de barrido SEM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J. M., Hooper, J. J., & Gil, A. (2016). Clays. En Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. doi:10.1016/B978-0-12-803581-8.02327-4
- Al-Jeznawi, D., Jasim, T., & Mohammed, S. Q. (2021). Evaluación del uso de polipropileno Polímero en Mejorar las propiedades de la hinchazón Arcilloso Tierra. 2da Conferencia Internacional de Ingeniería Geotécnica-Irak, ICGE-Irak 2021. Akre/Duhok: Serie de conferencias IOP: Ciencias ambientales y de la tierra. doi:10.1088/1755-1315/856/1/012015
- Borja, M. (2016). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- Capia Mamani, C. (2020). Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019. Tesis de grado, Universidad Peruana Unión, Juliaca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3156>
- Celi Yanchapanta, K. A. (2021). Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. doi:<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32376>
- Cuipal Chávez, B. K. (2018). Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018. Tesis de Grado, Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25124>
- Das, B. M. (2014). Fundamentos de ingeniería geotécnica (Cuarta ed.). Cengage Learning Editores.

- Geyer, R. (2020). Production, use, and fate of synthetic polymers. En T. M. Letcher (Ed.), *Plastic Waste and Recycling* (págs. 13-32). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-817880-5.00002-5
- Hasan, S., & Mohammed, S. (2017). Expansive clayey soil improvement using polyethylene high density polymer. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12, 7224 - 7232.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Ikeagwuani, C. C., & Nwonu, D. C. (2019). Emerging trends in expansive soil stabilisation: A review. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11(2), 423-440. doi:10.1016/j.jrmge.2018.08.013
- Iravanian, A., & Ahmed, I. (2021). Geo-environmental solution of plastic solid waste management using stabilization process. *Environmental Earth Sciences*, 80(3). doi:10.1007/s12665-021-09429-5
- Louzada, N., Cardoso Malko, J. A., & Toé Casagrande, M. D. (2019). Behavior of Clayey Soil Reinforced with Polyethylene Terephthalate. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31(10), 1-11. doi:10.1061 / (ASCE) MT.1943-5533.0002863
- Márquez Martínez, K. (2019). Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropón – Piura 2019. Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2241>
- Mata Montenegro, M. T. (2010). Guía básica para la conformación de bases y subbases para carreteras en El Salvador. Trabajo de Graduación,

Universidad de El Salvador, San Salvador.
doi:<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2191>

McKeen, L. (2018). 5 - Polyesters. En L. McKeen, *The Effect of Sterilization Methods on Plastics and Elastomers* (Fourth ed., págs. 139-186). William Andrew Publishing. doi:10.1016/B978-0-12-814511-1.00005-6

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: R.D. N° 10 - 2014 - MTC/14. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG - 2018*. Lima: RD. N ° 03 - 2018 MTC/14. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf

Ministerio Transporte y Comunicaciones. (2017). *Manual de ensayos de materiales*. Lima: RDN N° 18 - 2016 - MTC/14. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Mishra, B., & Gupta, M. K. (2018). Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement. *Construction and Building Materials*, 190, 95-107. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.09.074

Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras* (Segunda ed.). Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

- Nisticó, R. (2020). Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry. *Polymer Testing*, 90(106707), 1-18. doi:10.1016/j.polymertesting.2020.106707
- Nortcliff, S., Hulpke, H., Bannick, C. G., Terytze, K., Knoop, G., Bredemeier, M., & Schulte-Bisping, H. (2012). Soil, 1. Definition, Function, and Utilization of Soil. En *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry* (Vol. 33, págs. 399-419). doi:10.1002/14356007.b07_613.pub2
- Patel, A. (2019). 3 - Soil stabilization. En A. Patel, *Geotechnical Investigations and Improvement of Ground Conditions* (págs. 19-27). Duxford, Cambridgeshire, Reino Unido: Woodhead Publishing. doi:0.1016/B978-0-12-817048-9.00003-2
- Patel, A. (2019). 7 - Soil reinforcement. En A. Patel, *Geotechnical Investigations and Improvement of Ground Conditions* (págs. 61-76). Duxford, Cambridgeshire, Reino Unido: Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-12-817048-9.00007-X
- Patil, A., Waghere, G., Inamdar, N., Gavali, P., Dhore, R., & Shah, S. (2016). Experimental Review for Utilisation of Waste Plastic Bottles in Soil Improvement Techniques. *International Journal of Engineering Research*, 5(1), 290-292. doi:10.17950/ijer/v5is1/069
- Peddaiah, S., Burman, A., & Sreedeeep, S. (2018). Experimental Study on Effect of Waste Plastic Bottle Strips in Soil Improvement. *Geotechnical and Geological Engineering*, 36, 2907-2920. doi:10.1007/s10706-018-0512-0
- Perera, S., Arulrajah, A., Wong, Y. C., Horpibulsuk, S., & Maghool, F. (2019). Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials. *Construction and Building Materials*, 221, 200-209. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.06.047
- PlasticsEurope. (21 de Mayo de 2020). Plásticos – Situación en 2020: Un análisis de los datos sobre producción. Madrid, España: PlasticsEurope. Obtenido de

<https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/4803-plasticos-situacion-en-2020>

- Rivera, J. F., Aguirre-Guerrero, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico*, 84(2), 202-226. doi:10.23850/22565035.2530
- Rodríguez Sepúlveda, L. J., & Orrego Alzate, C. E. (2016). Aplicaciones de mezclas de biopolímeros y polímeros sintéticos: revisión bibliográfica. *Revista Científica*(25), 252-264. doi:10.14483/udistrital.jour.RC.2016.25.a9
- Shafiqu, Q., & Hasan, S. (2018). Improvement an Expansive Soil using Polymethacrylate Polymer. 1st International Conference on Materials Engineering and Sciences, IConMEAS 2018 (pág. 012138). Estambul: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. doi:10.1088/1757-899X/454/1/012138
- Shanks, R. (2017). Recycled synthetic polymer fibers in composites. En C. Baillie, & R. Jayasinghe (Edits.), *Green Composites* (Second ed., págs. 73-93). Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-08-100783-9.00024-1
- Sharifah Zaliha, S. Z., Kamarudin, H., Mustafa Al Bakri, A. M., Binhussain, M., & Siti Salwa, M. S. (2013). Review on Soil Stabilization Techniques. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(5), 258-265. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/246547479>
- Sherwell Betancourt, G. F. (2014). Estudio del uso de polietileno tereftalato (PET) como material de refuerzo de estructuras térreas conformadas por suelo fino. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0708141/Index.html>
- Singh, A. K., Bedi, R., & Kaith, B. S. (2021). Composite materials based on recycled polyethylene terephthalate and their properties – A

comprehensive review. *Composites Part B*, 219(108928), 1-24.
doi:10.1016/j.compositesb.2021.108928

Singh, P., & Malhotra, S. (2018). Review on Improvement of Engineering Properties of soil Using Waste Plastic Bottles Strips (Polyethylene Terephthalate). *International Journal on Emerging Technologies*, 9(2), 50-53. Obtenido de [https://www.researchtrend.net/ijet/pdf/Review%20on%20Improvement%20of%20Engineering%20Properties%20of%20soil%20Using%20Waste%20Plastic%20Bottles%20Strips%20\(Polyethylene%20Terephthalate\)%20PREETINDER%20SINGH.pdf](https://www.researchtrend.net/ijet/pdf/Review%20on%20Improvement%20of%20Engineering%20Properties%20of%20soil%20Using%20Waste%20Plastic%20Bottles%20Strips%20(Polyethylene%20Terephthalate)%20PREETINDER%20SINGH.pdf)

Zenteno Enriquez , S. J. (2018). Efecto de la estabilización de suelos finos con Tereftalato de Polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del Distrito de Puno. Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8150>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Hilario Rivas, K. (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 Ambo-departamento de Huánuco - 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Marco metodológico
<p>Problema general:</p> <p>En qué medida el polímero sintético- PET influye en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, ¿Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿En qué medida la dosificación del polímero sintético PET influye en las propiedades físicas de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?</p> <p>b) ¿En qué medida la dosificación del polímero sintético PET influye en las propiedades mecánicas de la subrasante de suelos arcillosos</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia del polímero sintético-PET en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022.</p> <p>5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades físicas de la subrasante de suelos arcilloso.</p> <p>b) Determinar la influencia del polímero sintético -PET en las propiedades mecánicas de la subrasante de suelos arcillosos.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El polímero sintético - PET influye significativamente en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco – 2022.</p> <p>Hipótesis específica:</p> <p>a) El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos significativos en las características físicas del suelo arcilloso.</p> <p>b) El empleo de polímeros sintéticos - PET en la aplicación de la subrasante tiene efectos significativos en las características mecánicas del suelo arcilloso.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Polímero sintético- PET</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Prospectivo</p> <p>Transversal</p> <p>Población:</p> <p>La presente investigación el universo poblacional está compuesto por los suelos arcillosos del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito Ambo, Provincia Ambo, Departamento Huánuco.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra que se considera es de tipo No Probabilístico, elección de los suelos del centro poblado de Huancahuasi- Ambo – Ambo- Huánuco</p>

en las vías urbanas del Centro Poblado Huancahuasi, Distrito de Ambo, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco en el año 2022?

Muestreo:

En la presente investigación se obtuvo como muestreo 4 calicatas de 1.50 metros de profundidad y de 0.8 x 0.8 m de largo y ancho.

Instrumentos:

Dicha investigación se empleó como instrumentos:

-Las fichas de recolección de datos

-Fichas de resultados de laboratorio que harán posible la tabulación de datos de los ensayos físicos y mecánicos, respectivamente.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 843-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 25 de abril de 2022

Visto, el Oficio N° 483-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASIDISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022", presentado por el (la) Bach. **Kathia Vanessa HILARIO RIVAS**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1342-2021-D-FI-UDH, de fecha 20 de octubre de 2021, perteneciente al Bach. **Kathia Vanessa HILARIO RIVAS** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Dr. Eric Segura Tito, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 483-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASIDISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022" presentado por el (la) Bach. **Kathia Vanessa HILARIO RIVAS**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Yessica Julia Verastegui Ayala (Secretario) y Mg. Jim Arturo Rivera Vidal (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASIDISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022" presentado por el (la) Bach. **Kathia Vanessa HILARIO RIVAS** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 3

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1342-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de Octubre de 2021

Visto, el Oficio N° 812-2021-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 316805-0000004483, de la Bach. **Kathia Vanessa, HILARIO RIVAS**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 316805-0000004483, presentado por el (la) Bach. **Kathia Vanessa, HILARIO RIVAS**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Dr. Eric Segura Ttito, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Kathia Vanessa, HILARIO RIVAS**, al Dr. Eric Segura Ttito, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese, archívese



Distribución:

Fac. de Ingeniería PAIC Asesor Mat. y Reg. Acad. Interesado Archivo.
BLCR/EJML/nto.

ANEXO 4

FOTOGRAFÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE ESTUDIO

Fotografía 1

Excavación de la calicata C1 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio



Fotografía 2

Excavación de la calicata C2 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio



Fotografía 3

Excavación de la calicata C3 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio



Fotografía 4

Excavación de la calicata C4 para obtención de muestras de suelo natural del centro poblado de estudio



Fotografía 5

Obtención de muestras alteradas de las calicatas elaboradas de la zona de estudio

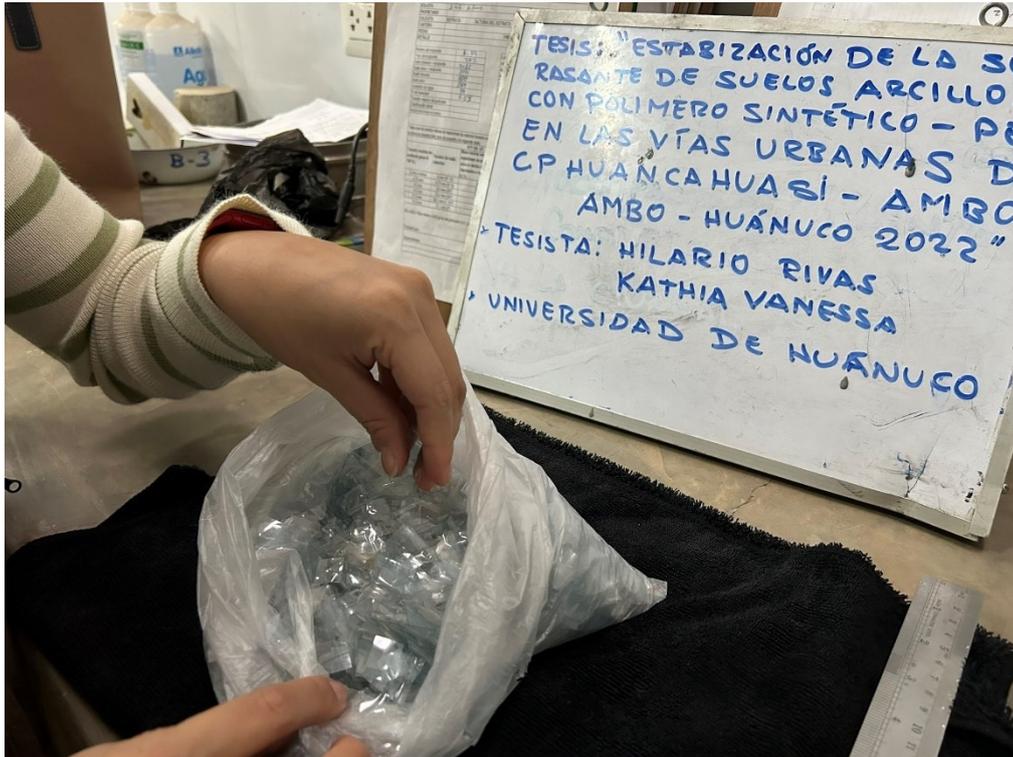


Fotografía 6

Dimensiones de fibra PET



Fotografía 7
Recolección de material procesado PET



Fotografía 8
Realización de la granulometría de los suelos naturales extraídos



Fotografía 9

Realización de los límites de Atterberg de los suelos naturales extraídos



Fotografía 10

Realización del contenido de humedad de los suelos naturales extraídos



Fotografía 11

Realización del Proctor modificado de los suelos naturales extraídos



Fotografía 12

Realización del Capacidad de soporte de California de los suelos naturales extraídos



Fotografía 13

Conteo vehicular en el Punto 1 – Tramo de estudio Km 0+500.00



Fotografía 14

Conteo vehicular en el Punto 2 – Tramo de estudio Km 0+500.00



ANEXO 5

INFORMES DE CÁLCULO DE IMDA

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



PROMEDIO POR HORA DE CADA VEHÍCULO

TRAMO DE LA VÍA : Centro Poblado Huancahuasi – Ambo - Huánuco ESTACIÓN : Ambo - Huánuco
 SENTIDO : Dirección del tráfico CÓDIGO DE LA ESTACIÓN : ECP-01
 UBICACIÓN : En el Km 0+500.00 ELABORADO POR : Br. Hilario Rivas, Kathia Vanessa

CARROCERIA HORA	MOTOT AXI	MOTOL INEAL	AUTO	CAMIONETAS		MINIBU S	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL	%
				PICKUP	MICRO BUS		2ejes	3ejes	2ejes	3ejes	4ejes	2S1	2S3	3S1	≥3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
07:00 - 08:00 am	8.29	4.29	1.57	0.86	-	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.29	7.19%
08:00 - 09:00 am	6.57	3.43	1.71	1.14	0.29	-	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.29	6.25%
09:00 - 10:00 am	6.29	3.14	1.14	0.71	1.29	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	6.11%
10:00 - 11:00 am	6.86	6.00	1.29	1.29	1.71	-	-	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.71	8.33%
11:00 - 12:00 pm	7.86	5.29	1.29	1.43	0.71	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.86	7.92%
12:00 - 01:00 pm	10.43	9.57	1.43	2.57	-	-	-	-	0.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.71	11.62%
01:00 - 02:00 pm	10.43	3.14	1.86	0.71	1.29	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.86	8.39%
02:00 - 03:00 pm	11.14	2.00	1.29	0.57	0.71	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	7.52%
03:00 - 04:00 pm	6.86	6.00	1.00	1.14	0.57	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	7.52%
04:00 - 05:00 pm	9.29	7.86	2.29	0.71	1.29	-	-	-	1.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.57	10.61%
05:00 - 06:00 pm	7.86	4.43	2.00	0.43	-	-	-	-	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.57	7.32%
06:00 - 07:00 pm	4.29	4.29	1.57	1.29	1.00	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.71	5.98%
07:00 - 08:00 pm	4.00	-	-	1.00	0.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.71	2.69%
08:00 - 09:00 pm	2.00	-	-	-	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.29	1.54%
09:00 - 10:00 pm	1.14	-	0.14	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.14	1.01%
10:00 - 11:00 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
11:00 - 12:00 am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
TOTAL	103	59	19	15	11	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212.7	-
%	49%	28%	9%	7%	5%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-	100%

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL / TIPO DE VEHICULO SEGÚN MTC - AÑO 2022

UBICACIÓN	ESTACIÓN	MOTO TAXI 	MOTOLINEAL 	AUTO 	CAMIONETAS		MINIBUS 	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				IMD	
					PICKUP 	MICRO BUS 		2ejes 	3ejes 	2ejes 	3ejes 	4ejes 	2S1 	2S3 	3S1 	≥3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 		
Km 0+500	Trocha - Chacupe Alto	103	59	19	15	11	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	213
		49%	28%	9%	7%	5%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

TIPO DE VEHICULO	IMD	DISTRIBUCIÓN
Mototaxi	103	48.56%
Motolineal	59	27.94%
Automovil, Pickup, Microbus y Minibus	44	20.75%
Bus 2ejes	-	0.00%
Bus 3ejes	-	0.00%
Camión 2ejes	6	2.75%
Camión 3ejes	-	0.00%
Camión 4ejes	-	0.00%
Semi-Trailer 2S1	-	0.00%
Semi-Trailer 2S3	-	0.00%
Semi-Trailer 3S1	-	0.00%
Semi-Trailer ≥3S3	-	0.00%
Trailer 2T2	-	0.00%
Trailer 2T3	-	0.00%
Trailer 3T2	-	0.00%
Trailer 3T3	-	0.00%
TOTAL	213	100%

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



PROYECCIÓN DE TRÁFICO NORMAL

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL = 0.70%
TASA DE CRECIMIENTO PBI = 5.10%

AÑO	AUTO 	CAMIONETAS		MINIBUS 	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
		PICKUP 	MICRO BUS 		2ejes 	3ejes 	2ejes 	3ejes 	4ejes 	2S1 	2S3 	3S1 	≥3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
TASA DE CRECIMIENTO	1.007						1.051											
2,022	19	15	11	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
2,023	19	15	11	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51
2,024	19	15	11	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
2,025	19	15	11	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
2,026	19	15	11	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53
2,027	19	15	11	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
2,028	19	15	11	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
2,029	20	15	12	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
2,030	20	16	12	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56
2,031	20	16	12	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
2,032	20	16	12	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
2,033	20	16	12	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58
2,034	20	16	12	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59
2,035	20	16	12	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
2,036	20	16	12	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61
2,037	21	16	12	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
2,038	21	16	12	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63
2,039	21	17	12	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64
2,040	21	17	12	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65
2,041	21	17	13	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66
2,042	21	17	13	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67

ANEXO 6

INFORMES DE LABORATORIO



PROYECTO:	TESIS: "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"				
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI				
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1	UBICACIÓN:	E: 367233 N: 888488 Z: 2051
DETALLE:	MUESTRA PATRON				
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022				
PESO INICIAL:	1432.8 Gr.	% DE HUMEDAD:	17.24%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	857.2 Gr.
FRACCION:	1432.8 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	816.5 Gr.
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.2	0.00	0.00	0.00	100.00
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	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
No 8	2.5	1.20	0.08	0.08	99.92
No 10	2	1.30	0.09	0.17	99.83
No 16	1.18	2.60	0.18	0.36	99.64
No 20	0.85	2.40	0.17	0.52	99.48
No 30	0.6	4.20	0.29	0.82	99.18
No 40	0.425	32.60	2.28	3.09	96.91
No 50	0.3	41.80	2.92	6.01	93.99
No 60	0.25	65.60	4.57	11.58	88.02
No 80	0.18	81.20	5.66	18.35	81.65
No 100	0.15	85.20	5.95	24.29	75.71
No 200	0.074	124.30	8.67	32.97	67.03
CADALETA	9.880	86.5	17.23	100.00	0.00
TOTAL	1432.8	1432.8	100.00	100.00	0.00
Clasificación AASHTO					
Material limoso-arenoso					
Pobre a malo como subgrado					
A-7-4 (16) Suelo arcilloso					
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)					
Suelo de partículas finas					
Arcilla inorgánica de alta plasticidad arenosa CH					

Granulometría																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Modulo de fineza (MF)</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>Límite líquido LL</td> <td>52.02</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico LP</td> <td>27.00</td> </tr> <tr> <td>Índice plasticidad IP</td> <td>25.02</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td>100.00 %</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm):</td> <td>67.03 %</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>NP mm</td> </tr> <tr> <td>D10:</td> <td>NP mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>NP mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>NP</td> </tr> </table>	Modulo de fineza (MF)	0.35	Límite líquido LL	52.02	Límite plástico LP	27.00	Índice plasticidad IP	25.02	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00 %	Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm):	67.03 %	D60:	NP mm	D10:	NP mm	D10 (diámetro efectivo):	NP mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP	Grado de curvatura (Cc):	NP
Modulo de fineza (MF)	0.35																						
Límite líquido LL	52.02																						
Límite plástico LP	27.00																						
Índice plasticidad IP	25.02																						
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00 %																						
Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm):	67.03 %																						
D60:	NP mm																						
D10:	NP mm																						
D10 (diámetro efectivo):	NP mm																						
Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP																						
Grado de curvatura (Cc):	NP																						

Eder F. Iribarren Villanueva
Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERU
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: "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"		
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	UBICACIÓN:	E: 967233 N: 8883488 Z: 2051
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRÓN		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	38	26	15
Suelo Húmedo + Tarro	29.26	28.56	30.24
Suelo seco + Tarro	23.19	22.57	23.59
Peso de Tarro	11.25	11.02	11.18
Peso del Agua	6.07	5.99	6.65
Peso de Suelo Seco	11.94	11.56	12.41
HUMEDAD %	50.82	51.83	53.57

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.51	18.25
Suelo seco + Tarro	16.93	16.72
Peso de Tarro	11.09	11.05
Peso del Agua	1.58	1.53
Peso de Suelo Seco	5.84	5.67
HUMEDAD %	27.01	26.99

DETALLE	RESULTADOS
Límite líquido LL	52.02 %
Límite plástico LP	27.00 %
Índice plasticidad IP	25.02 %

CURVA DE FLUIDEZ

Humedad (%)

No. de golpes

— Curva de Fluidos • LL-25 golpes

Eder
Eder F. Iribarren Villanueva
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-1	ESTRATO:		E-1		
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA PATRON					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8299	8746	9599	8970	8422
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2234.00	2681.33	3493.73	2905.04	2356.92
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1720.81	2047.79	2589.37	2126.57	1702.24
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.06	1.28	1.66	1.39	1.12
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	478.8	483.9	481.3	476.4	488.9
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	370.3	363.9	366.7	348.9	353.1
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	108.49	109.62	124.98	127.72	135.81
PESO MUESTRA SECA	gr.	370.30	353.94	356.70	348.90	353.11
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	29.30	30.87	34.93	36.61	38.46
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.82	0.98	1.23	1.01	0.81

GRÁFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.275 gr/cm ³
Humedad Óptima:	34.05 %
Densidad Máxima húmeda:	1.709 gr/cm ³


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78639

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

MOLDE.	4				5				6							
	N. GOLPES. 66								25							
CONDICION	SIN HUMEDAD				HUMEDAD				SIN HUMEDAD				HUMEDAD			
Peso del molde + suelo humedo	10223	10203			10196	10421			8914				9602			
Peso del molde	8996	8996			8927	8927			8339				8339			
Peso del suelo humedo	4307	4307			3869	4194			2975				3263			
Volumen del molde	2120	2120			2113	2113			2113				2113			
Densidad humeda	1.94	1.98			1.87	1.98			1.41				1.54			
Humedad	34.08%				34.01%				34.00%							
Densidad seca	1.277				1.256				0.979							

IDENTIFICACION DE TARA											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
285.3	241.6			234.8	219.0			232.4	208.6		
196.2	179.9			173.4	163.7			172.4	156.6		
87.10	61.70	0.00	0.00	56.40	55.90	0.00	0.00	60.00	52.00	0.00	0.00
198.20	179.90	0.00	0.00	175.40	163.70	0.00	0.00	172.40	156.60	0.00	0.00
33.85	34.30			33.87	34.15			34.80	33.21		
Humedad 34.08%				34.01%				34.00%			

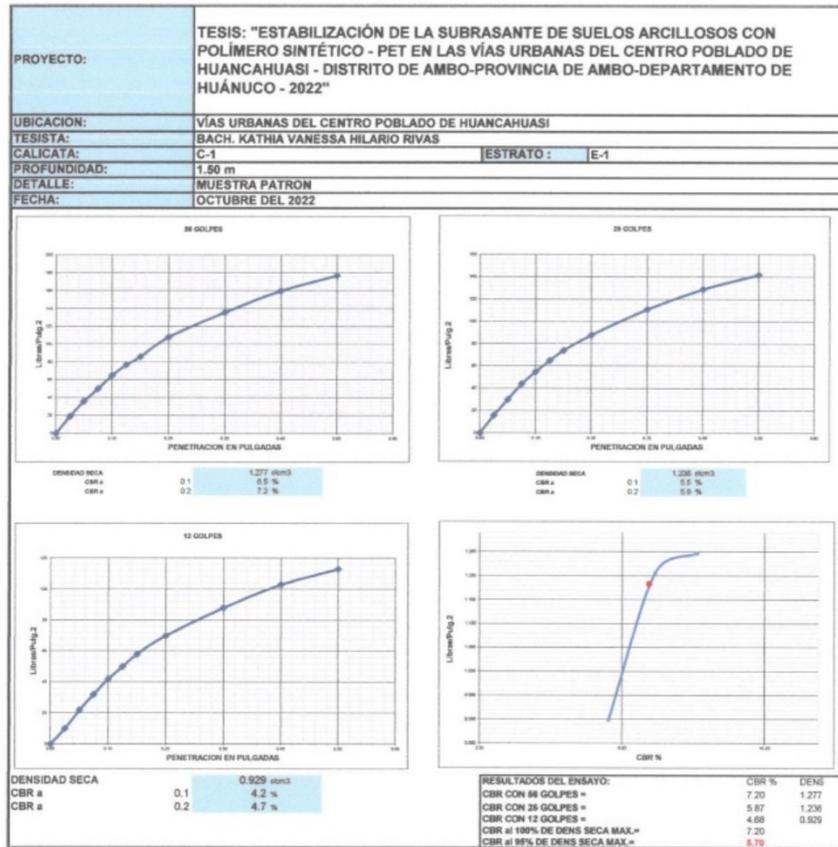
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/10/2022	10:30:00	240	54	0.46	65	65	0.56	69	69	0.59	
16/10/2022	10:30:00	480	85	0.73	95	95	0.82	105	105	0.90	
17/10/2022	10:30:00	720	95	0.82	115	115	0.96	132	132	1.13	
18/10/2022	10:30:00	960	138	1.19	154	154	1.32	174	174	1.48	

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03		
		LIBRAS	LnPulg.2			LIBRAS	LnPulg.2			LIBRAS	LnPulg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	5	57.4	19.1	19.0	5	46.9	15.6	16.0	3	31.4	10.5	10.0
0.05	11	107.6	35.9	36.0	6	89.2	29.7	30.0	6	68.0	21.7	22.0
0.08	15	150.7	50.2	50.0	13	130.5	43.5	44.0	10	95.6	31.9	32.0
0.10	19	193.8	64.6	65.0	16	165.4	55.1	55.0	12	124.8	41.6	42.0
0.13	23	236.6	76.5	77.0	19	194.8	64.9	65.0	15	150.2	50.1	50.0
0.15	28	258.3	86.1	86.0	22	221.5	73.8	74.0	17	173.3	57.8	58.0
0.20	32	322.9	107.6	108.0	26	263.8	87.9	88.0	21	210.7	70.2	70.0
0.30	41	409.0	136.5	136.0	33	333.7	110.2	110.0	28	284.5	92.2	92.0
0.40	48	480.8	160.3	160.0	39	386.9	129.0	129.0	31	307.8	102.6	103.0
0.50	53	531.0	177.0	177.0	43	427.4	142.3	142.0	34	339.7	111.1	111.0


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

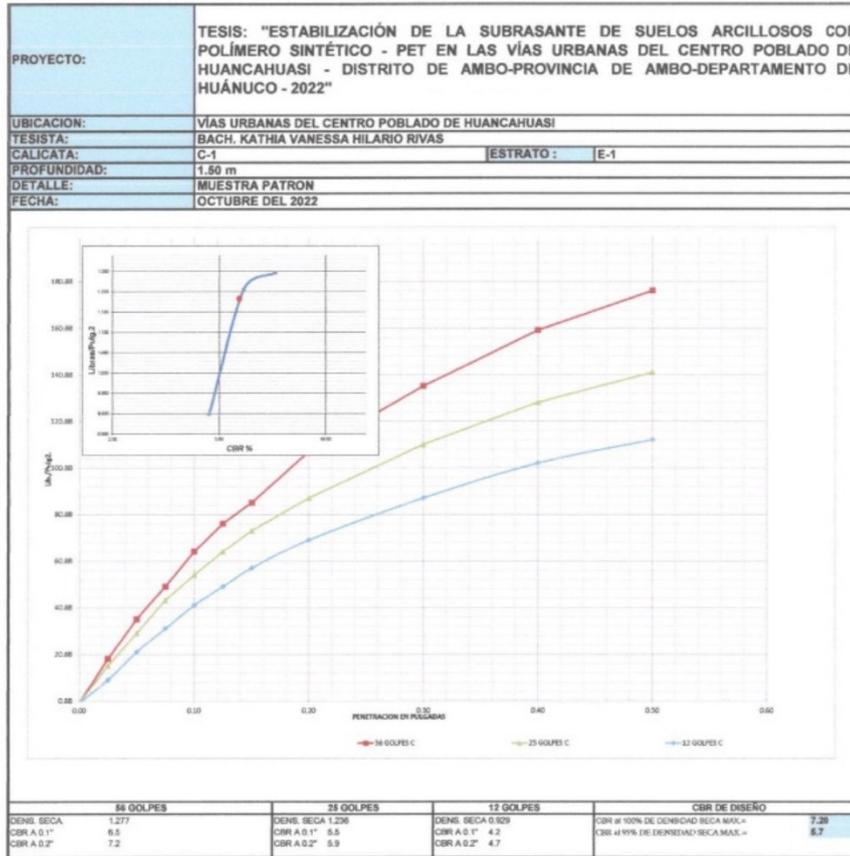
URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leobidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78639

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"				
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI				
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E-1	UBICACIÓN:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2083
DETALLE:	MUESTRA PATRON				
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022				
PESO INICIAL:	1642.8 Gr.	% DE HUMEDAD:	18.31%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	1207.3 Gr.
FRACCION:	1642.8 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	1020.6 Gr.
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
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	4.75	2.40	0.16	0.16	99.84
No 8	2.6	3.60	0.23	0.39	99.61
No 10	2	2.80	0.18	0.57	99.43
No 16	1.18	1.60	0.10	0.67	99.33
No 20	0.85	1.90	0.12	0.80	99.20
No 30	0.6	1.40	0.09	0.89	99.11
No 40	0.425	29.40	1.91	2.79	97.21
No 50	0.3	35.90	2.33	5.12	94.88
No 60	0.25	95.20	6.17	11.29	88.71
No 80	0.18	105.70	6.85	18.14	81.86
No 100	0.15	154.80	10.03	28.18	71.82
No 200	0.074	195.40	12.67	40.84	59.16
CAZOLETA	0.00	912.7	59.16	100.00	0.00
TOTAL		1642.8	100.00		

40.84%

Observaciones:

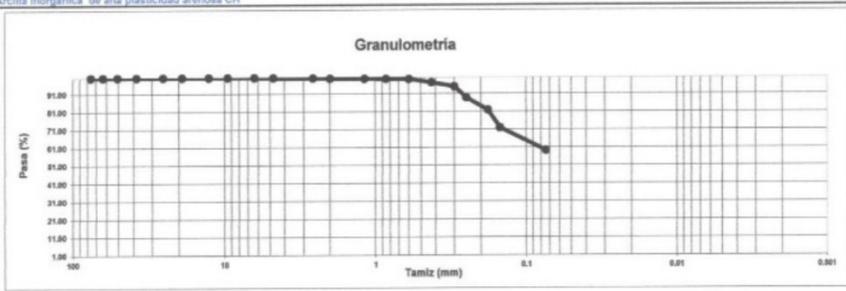
Modulo de finiza (MF)	0.39
Limite liquido LL	96.91
Limite plastico LP	28.07
Indice plasticidad IP	28.04
Pasa tamiz Nº 4 (8mm)	99.84 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	59.16 %
D60:	0.00 mm
D30:	NP mm
D10 (diámetro efectivo):	NP mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP
Grado de curvatura (Cc):	NP

Clasificación AASHTO

Material limoso-arenoso
 Proba a malo como subgrado
 A-7-6 (15) Suelo arcilloso

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.
 Arcilla inorgánica de alta plasticidad arenosa CH




Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. - PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO - Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-2	UBICACIÓN:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2063
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	38	27	16
Suelo Húmedo + Tarro	26.84	26.48	28.79
Suelo seco + Tarro	21.33	20.95	22.29
Peso de Tarro	11.31	11.23	11.22
Peso del Agua	5.50	5.52	6.51
Peso de Suelo Seco	10.02	9.72	11.07
HUMEDAD %	54.89	56.80	58.80

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.81	18.26
Suelo seco + Tarro	16.30	16.64
Peso de Tarro	11.05	11.07
Peso del Agua	1.50	1.62
Peso de Suelo Seco	5.25	5.58
HUMEDAD %	28.66	29.08

DETALLE	RESULTADOS	
Limite líquido LL	56.91	%
Limite plástico LP	28.87	%
Índice plasticidad IP	28.04	%

CURVA DE FLUIDEZ

Humedad (%)

No. de golpes

— "Curva de Plasticidad" ■ "L.L. 25 golpes"

Eder F. Irribarren Villanueva
Eder F. Irribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villanueva Abal
Ing. Leónidas Villanueva Abal
CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-2	ESTRATO:				E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA PATRON					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8486	8817	8477	8898	8808
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2401.07	2752.34	2411.99	2831.38	2541.15
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1899.63	2148.48	2619.94	2113.63	1873.37
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.14	1.31	1.83	1.35	1.21
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	549.6	532.1	545.1	548.5	562.1
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	434.8	415.4	418.8	409.5	414.4
PESO DE LA TARA	gr.	0.20	0.00	0.20	0.20	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	115.01	116.75	126.50	139.05	147.73
PESO MUESTRA SECA	gr.	434.60	415.39	418.64	409.48	414.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.46	28.11	30.22	33.96	35.85
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.90	1.62	1.25	1.01	0.89

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Densidad Máxima Seca:</td> <td>1.271 gr/cm³.</td> </tr> <tr> <td>Humedad Óptima:</td> <td>31.12 %</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima húmeda:</td> <td>1.667 gr/cm³.</td> </tr> </table>	Densidad Máxima Seca:	1.271 gr/cm ³ .	Humedad Óptima:	31.12 %	Densidad Máxima húmeda:	1.667 gr/cm ³ .
Densidad Máxima Seca:	1.271 gr/cm ³ .						
Humedad Óptima:	31.12 %						
Densidad Máxima húmeda:	1.667 gr/cm ³ .						


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

MUESTRA.	13				14				15			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	CON SUBSIDIARIO		SUBSIDIARIO		CON SUBSIDIARIO		SUBSIDIARIO		CON SUBSIDIARIO		SUBSIDIARIO	
Peso del molde + suelo humedo	11685		11904		11578		11878		10740		11025	
Peso del molde	7762		7762		7759		7759		7753		7753	
Peso del suelo humedo	3923		4142		3819		4117		2987		3272	
Volumen del suelo	2124		2124		2120		2120		2130		2130	
Densidad humeda	1.85		1.95		1.80		1.94		1.40		1.54	
Humedad	31.13%				31.03%				31.16%			
Densidad seca	1.272				1.242				0.965			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	205.8	198.6			211.7	241.7			227.1	230.9		
Peso tara + suelo seco	156.7	151.7			162.5	183.4			172.4	176.8		
Peso del agua	46.10	46.90	0.00	0.00	49.20	58.30	0.00	0.00	54.70	54.10	0.00	3.00
Peso de los solidos	156.70	151.70	0.00	0.00	162.50	183.40	0.00	0.00	172.40	176.80	0.00	3.00
Humedad	31.33	30.92			30.28	31.79			31.73	30.60		
Promedio de humedad	31.13%				31.03%				31.16%			

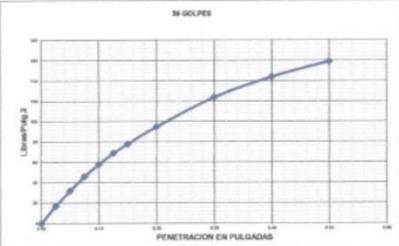
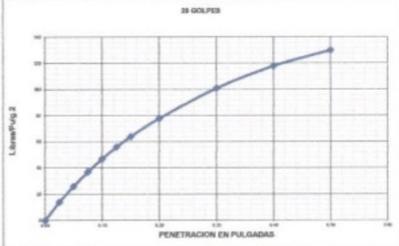
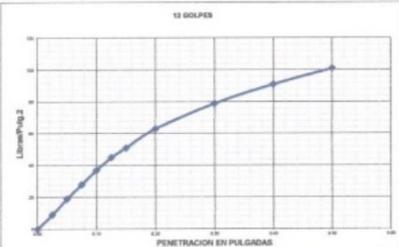
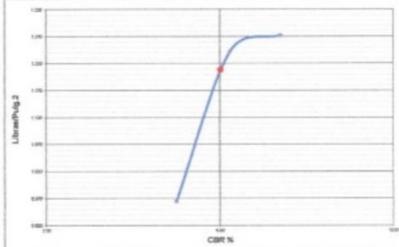
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
			mm.	mm.	%	mm.	mm.	%	mm.	mm.	%
15/10/2022	8am-9am	1 hora	50	50	0.43	65	65	0.56	70	70	0.60
16/10/2022	9am-11am	2 horas	68	68	0.58	75	75	0.64	81	81	0.70
17/10/2022	11am-4pm	4 horas	96	96	0.82	100	100	0.85	111	111	0.95
18/10/2022	4pm-11am	19 horas	133	133	1.14	142	142	1.22	166	166	1.43

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	52.4	17.5	17.0	4	42.8	14.3	14.0	3	26.0	8.3	9.0
0.05	10	96.8	32.3	32.0	8	79.1	26.4	26.0	6	58.0	19.3	19.0
0.08	14	137.1	45.7	46.0	11	112.1	37.4	37.0	8	85.2	28.4	28.0
0.10	17	173.4	57.8	58.0	14	141.7	47.2	47.0	11	111.2	37.1	37.0
0.13	20	205.7	69.6	69.0	17	168.1	56.0	56.0	13	133.9	44.6	45.0
0.15	23	233.9	78.0	78.0	19	191.2	63.7	64.0	15	154.5	51.5	51.0
0.20	29	265.3	91.4	95.0	23	234.0	78.0	78.0	19	187.9	62.6	63.0
0.30	37	371.0	123.7	124.0	30	303.2	101.1	101.0	23	233.8	78.6	79.0
0.40	43	431.5	143.8	144.0	35	352.7	117.6	118.0	27	224.4	91.5	91.0
0.50	47	475.9	158.6	159.0	39	388.9	128.6	130.0	30	302.4	100.8	101.0


Eder E. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-2	ESTRATO :	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

38 GOLPES	38 GOLPES
	
DENSIDAD SECA CBR _a CBR _b	1.272 <small>g/cm³</small> 0.1 5.5 % 0.2 6.4 %
12 GOLPES	12 GOLPES
	
DENSIDAD SECA CBR _a CBR _b	0.965 <small>g/cm³</small> 0.1 3.7 % 0.2 4.2 %
RESULTADOS DEL ENSAYO:	
CBR CON 38 GOLPES =	0.36 1.272
CBR CON 25 GOLPES =	5.20 1.242
CBR CON 12 GOLPES =	4.20 0.965
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	6.36
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	5.91

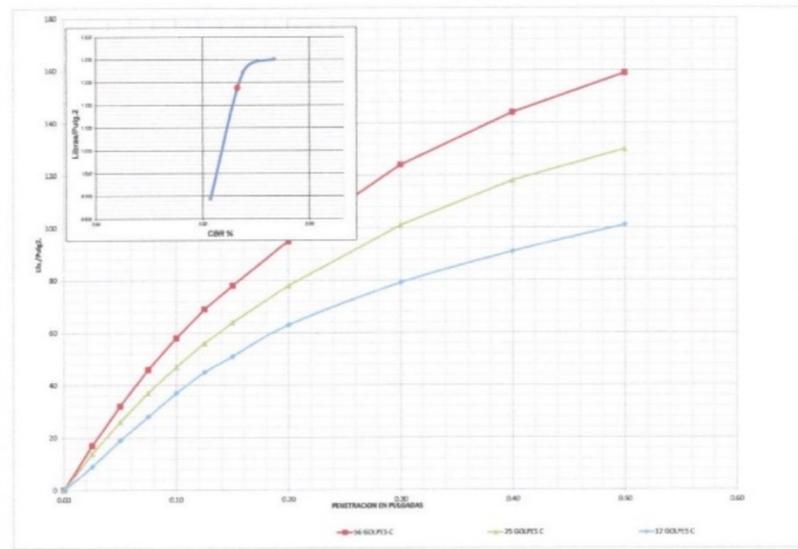

 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		



	56 GOLFES	25 GOLFES	12 GOLFES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.272	DENS. SECA 1.242	DENS. SECA 0.965	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =
CBR A 0.1"	5.8	CBR A 0.1" 4.7	CBR A 0.1" 3.7	CBR al 10% DE DENSIDAD SECA MAX. =
CBR A 0.2"	8.4	CBR A 0.2" 5.2	CBR A 0.2" 4.2	8.01


Eder E. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

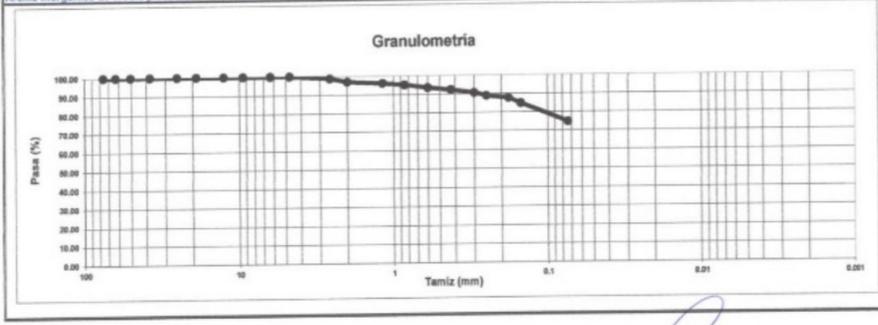
URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

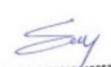
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"			
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI			
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS			
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E-1	UBICACIÓN: E: 368812 N: 8863995 Z: 2091
DETALLE:	MUESTRA PATRON			
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022			

PESO INICIAL:		1241.9 Gr.	% DE HUMEDAD:	19.23%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	998.2 Gr.
FRACCION:		1241.9 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	837.2 Gr.
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: 25.20% Observaciones:
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	0.00	0.00	0.00	100.00	
No 8	2.6	15.60	1.28	1.28	98.74	
No 10	2	22.90	1.84	3.10	96.90	
No 18	1.18	10.60	0.85	3.95	96.05	
No 20	0.85	12.40	1.00	4.95	95.05	
No 30	0.6	19.30	1.55	6.51	93.49	
No 40	0.425	15.40	1.24	7.75	92.25	
No 50	0.3	21.30	1.72	9.46	90.54	
No 60	0.25	20.10	1.62	11.08	88.92	
No 80	0.18	15.20	1.22	12.30	87.70	
No 100	0.15	35.90	2.87	15.17	84.83	
No 200	0.074	124.55	10.02	25.20	74.80	
CAZOLETA TOTAL	8.000	828.9	74.80	100.00	0.00	Modulo de fineza (MF) 0.47 Limite liquido LL 45.02 Limite plastico LP 30.29 Indice plasticidad IP 14.73 Pasa tamiz Nº 4 (5mm): 100.00 % Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm): 74.80 % D60: NP mm D30: NP mm D10 (diámetro efectivo): NP mm Coeficiente de uniformidad (Cu): NP Grado de curvatura (Cc): NP

Clasificación AASHTO
Material limoso-arenoso
 Pobre a malo como subgrado
 A-7-6 (12) Suelo arcilloso

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas finas.
 Arcilla inorgánica de media plasticidad con arena CL




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	UBICACIÓN:	E: 366812 N. 8883996 Z. 2091
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	34	24	14
Suelo Húmedo + Tarro	27.74	31.21	26.87
Suelo seco + Tarro	22.82	25.02	21.67
Peso de Tarro	11.37	11.35	11.01
Peso del Agua	4.92	6.19	5.21
Peso de Suelo Seco	11.45	13.67	10.65
HUMEDAD %	42.95	45.31	48.89
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	18.24	17.88	
Suelo seco + Tarro	16.62	16.24	
Peso de Tarro	11.10	11.01	
Peso del Agua	1.61	1.64	
Peso de Suelo Seco	5.52	5.23	
HUMEDAD %	29.22	31.35	
DETALLE		RESULTADOS	
Limite liquido LL	45.02	%	
Limite plastico LP	30.29	%	
Índice plasticidad IP	14.73	%	
CURVA DE FLUIDEZ			
			


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-3	ESTRATO :			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA PATRON					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	9454	10066	10535	10143	9564
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	3389.20	4001.36	4469.88	4078.32	3499.82
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2926.42	3404.96	3738.46	3376.81	2861.34
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	1.61	1.91	2.13	1.94	1.67
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	489.3	523.9	557.7	552.1	558.8
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	422.5	530.9	468.4	457.1	457.0
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	66.81	93.00	91.26	94.96	101.80
PESO MUESTRA SECA	gr.	422.50	530.93	468.43	457.12	456.95
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.81	17.52	19.56	20.77	22.28
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	1.39	1.62	1.78	1.61	1.36

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Densidad Máxima Seca:</td> <td>1.798 gr/cm³.</td> </tr> <tr> <td>Humedad Óptima:</td> <td>19.21 %</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima húmeda:</td> <td>2.143 gr/cm³.</td> </tr> </table>	Densidad Máxima Seca:	1.798 gr/cm ³ .	Humedad Óptima:	19.21 %	Densidad Máxima húmeda:	2.143 gr/cm ³ .
Densidad Máxima Seca:	1.798 gr/cm ³ .						
Humedad Óptima:	19.21 %						
Densidad Máxima húmeda:	2.143 gr/cm ³ .						


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

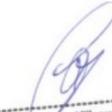
PROYECTO: TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION: VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA: BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA: C-3 **ESTRATO:** E-1
PROFUNDIDAD: 1.50 m
DETALLE: MUESTRA PATRON
FECHA: OCTUBRE DEL 2022

MOLDE	7				8				9			
N. GOLPES	56				25				12			
CONDICION	SIN HUMEDOR		HUMEDOR		SIN HUMEDOR		HUMEDOR		SIN HUMEDOR		HUMEDOR	
Peso del molde + suelo humedo	10866		10878		12086		12511		9830		9998	
Peso del molde	8074		8074		7533		7533		6506		6506	
Peso del suelo humedo	4792		4804		4553		4878		3323		3492	
Volumen del molde	2157		2157		2119		2119		2135		2135	
Densidad humeda	2.22		2.23		2.15		2.35		1.96		1.64	
Humedad	19.13%				19.22%				19.14%			
Densidad seca	1.797				1.736				1.362			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	285.6	301.5			279.6	311.5			247.3	288.5		
Peso tara + suelo seco	239.8	254.1			234.5	261.3			207.6	242.1		
Peso del agua	46.80	47.40	0.00	0.00	45.10	50.20	0.00	0.00	39.70	46.40	0.00	0.00
Peso de los solidos	236.80	254.10	0.00	0.00	234.50	261.30	0.00	0.00	207.60	242.10	0.00	0.00
Humedad	19.80	18.65			19.23	19.21			19.12	19.17		
Humedad	19.13%				19.22%				19.14%			

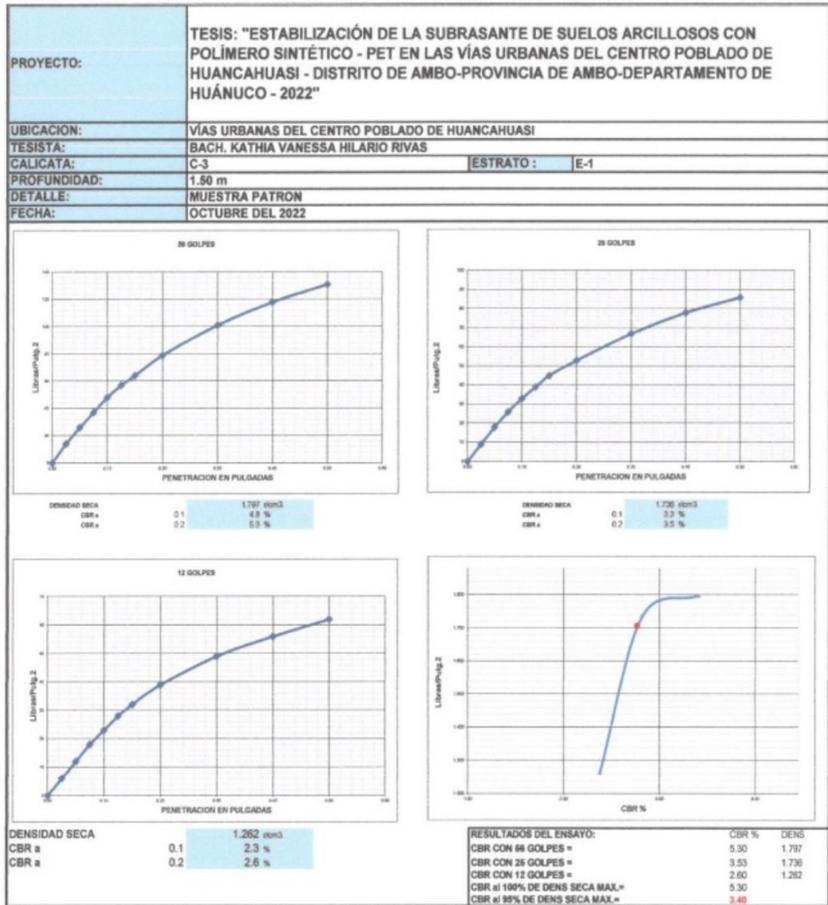
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/10/2022	10:30:00	24h	12	12	0.10	15	15	0.13	18	18	0.15
16/10/2022	10:30:00	48h	21	21	0.18	26	26	0.22	31	31	0.27
17/10/2022	10:30:00	72h	27	27	0.23	31	31	0.27	38	38	0.33
18/10/2022	10:30:00	96h	37	37	0.32	41	41	0.35	52	52	0.45

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01		LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02		LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03				
		LIBRAS	LIB/pulg.2		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			
0.03	4	42.4	14.3	14.0	3	26.3	9.4	9.0	2	17.3	5.8	6.0
0.05	8	79.5	26.5	26.0	5	53.7	17.9	18.0	4	35.8	11.9	12.0
0.08	11	111.3	37.1	37.0	8	78.7	26.2	26.0	5	52.6	17.5	18.0
0.10	14	143.1	47.7	48.0	10	99.7	33.2	33.0	7	68.7	22.9	23.0
0.13	17	189.6	56.5	57.0	12	117.4	39.1	39.0	8	83.7	27.6	28.0
0.15	19	190.4	63.6	64.0	13	113.5	44.5	45.0	9	85.4	31.8	32.0
0.20	24	238.5	79.5	79.0	16	139.0	53.0	53.0	12	116.0	36.7	37.0
0.30	30	303.1	100.7	101.0	20	201.1	67.0	67.0	14	145.6	46.5	47.0
0.40	35	353.1	116.4	116.0	23	233.2	77.7	78.0	17	169.4	56.5	56.0
0.50	39	392.3	130.7	131.0	26	257.6	85.9	86.0	19	186.7	63.2	63.0


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 76839

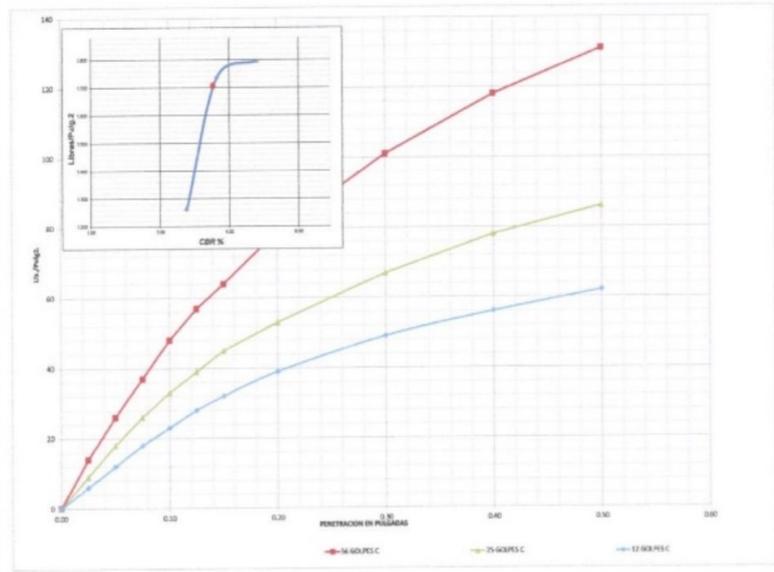
URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		



	6 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.797	DENS. SECA 1.736	DENS. SECA 1.362	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX =
CBR A 0.1"	4.8	CBR A 0.1" 3.5	CBR A 0.1" 2.3	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX =
CBR A 0.2"	5.3	CBR A 0.2" 3.5	CBR A 0.2" 2.6	3.4

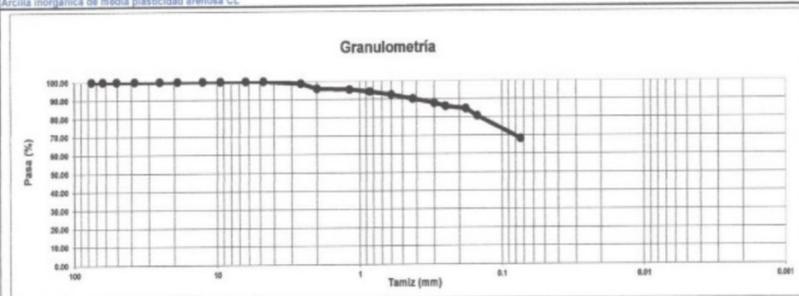

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"				
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI				
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RVAS				
CALICATA:	C-4	ESTRATO:	E-1	UBICACIÓN:	E: 366851 N: 8884095 Z: 2078
DETALLE:	MUESTRA PATRON				
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022				
PESO INICIAL:	834.1 Gr.	% DE HUMEDAD:	18.21%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	1027.8 Gr.
FRACCION:	834.1 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	869.8 Gr.
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
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	0.00	0.00	0.00	100.00
No 10	2.0	11.00	1.28	1.28	98.74
No 15	1.18	25.80	2.80	4.08	95.94
No 20	0.85	10.80	1.17	5.80	94.20
No 30	0.6	15.90	1.72	7.52	92.48
No 40	0.425	21.30	2.30	9.83	90.17
No 50	0.3	22.70	2.48	12.28	87.72
No 60	0.25	15.30	1.66	13.94	86.06
No 80	0.18	12.90	1.40	15.33	84.67
No 100	0.15	38.40	3.94	19.27	80.73
No 200	0.075	115.70	12.52	31.79	68.21
CAULETA	0.00	699.3	83.21	100.00	0.00
TOTAL	834.1	834.1	100.00		
Clasificación AASHTO					
Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-7.5 (8) Suelo arcilloso					
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)					
Suelo de partículas finas. Arcilla inorgánica de media plasticidad arenosa CL					




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALCATA:	C-4	UBICACIÓN:	E: 366851 N: 8884096 Z: 2078
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRON		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	35	24	15
Suelo Húmedo + Tarro	28.50	25.98	27.28
Suelo seco + Tarro	23.43	21.56	22.32
Peso de Tarro	11.34	11.33	11.24
Peso de Agua	5.07	4.42	4.96
Peso de Suelo Seco	12.09	10.23	11.07
HUMEDAD %	41.90	43.18	44.83
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	17.98	17.49	
Suelo seco + Tarro	16.32	15.82	
Peso de Tarro	10.99	10.51	
Peso de Agua	1.66	1.67	
Peso de Suelo Seco	5.33	5.32	
HUMEDAD %	31.13	31.37	
DETALLE	RESULTADOS		
Límite líquido LL	43.06	%	
Límite plástico LP	31.25	%	
Índice plasticidad IP	11.80	%	
CURVA DE FLUIDEZ			

Eder F. Iribarren Villanueva
Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

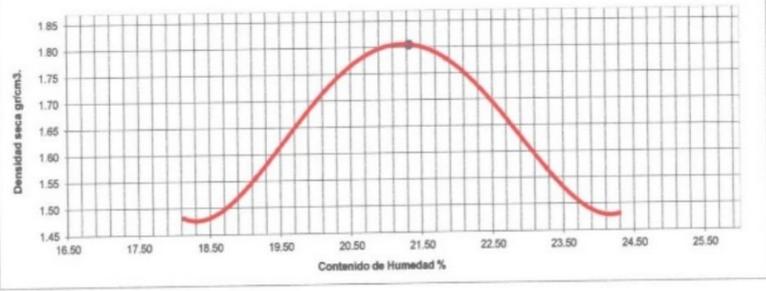
Leopoldo Villanueva Abal

 Ing. Leopoldo Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-4	ESTRATO:	E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA PATRON					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr	9739	9960	10613	10122	9928
PESO DEL MOLDE	gr	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr	3673.73	3895.43	4548.31	4057.26	3863.28
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	3169.91	3269.13	3732.67	3291.31	3108.40
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.75	1.86	2.17	1.93	1.84
W DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr	817.4	541.1	581.8	548.5	559.1
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr	522.8	454.1	477.3	445.9	449.8
PESO DE LA TARA	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr	294.75	87.00	104.30	103.62	109.34
PESO MUESTRA SECA	gr	522.83	454.13	477.31	445.02	449.83
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	18.13	19.16	21.85	23.26	24.28
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.48	1.56	1.78	1.57	1.48

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.805 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	21.33 %
Densidad Máxima húmeda:	2.190 gr/cm ³ .


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

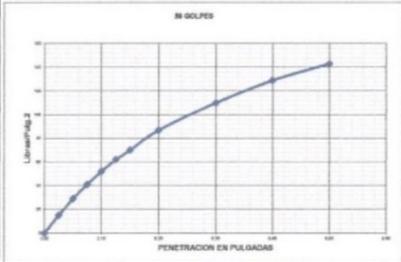
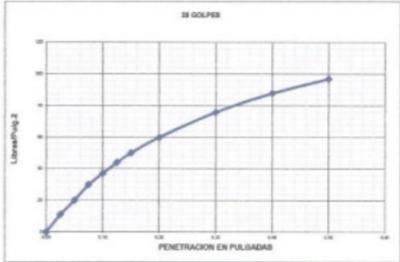
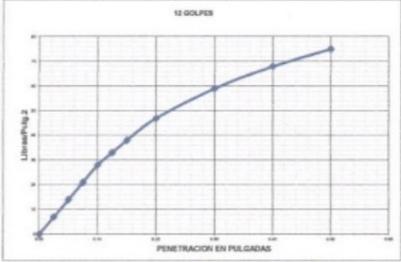
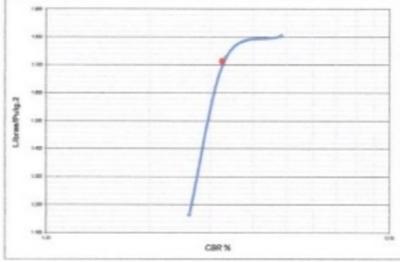
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCACHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCACHUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-4				ESTRATO :				E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA PATRON											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE:	10				11				12			
N. GOLPES:	56				25				12			
CONDICION	SIN SUBREGO		SUBREGO		SIN SUBREGO		SUBREGO		SIN SUBREGO		SUBREGO	
Peso del molde + suelo humedo	12495	12585	10949	11144	9316	9395						
Peso del molde	7673	7673	6258	6258	6145	6145						
Peso del suelo humedo	4822	4912	4691	4886	3171	3250						
Volumen del molde	2100	2100	2136	2136	2140	2140						
Densidad humeda	2.30	2.34	2.20	2.29	1.48	1.52						
Humedad	21.42%				21.35%				21.38%			
Densidad seca	1.804				1.727				1.685			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	286.3	245.1			258.3	281.8			241.3	255.7		
Peso tara + suelo seco	219.6	201.8			212.4	216.2			196.2	211.3		
Peso del agua	66.70	43.50	0.00	0.00	45.90	45.60	0.00	0.00	43.10	44.40	0.00	0.00
Peso de los solidos	219.80	201.80	0.00	0.00	212.40	216.20	0.00	0.00	196.20	211.30	0.00	0.00
Humedad	21.27	21.58			21.61	21.09			21.75	21.01		
Humedad	21.42%				21.35%				21.38%			
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%	
15/10/2022	10:30:00	24h	15	15	0.15	19	19	0.16	25	25	0.21	
16/10/2022	10:30:00	48h	21	21	0.18	28	28	0.24	32	32	0.27	
17/10/2022	10:30:00	72h	30	30	0.33	42	42	0.36	52	52	0.45	
18/10/2022	10:30:00	96h	57	57	0.49	54	54	0.46	75	75	0.64	
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03				
		LIBRAS	LibPulg.2.		LIBRAS	LibPulg.2.		LIBRAS	LibPulg.2.			
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0			
0.00	5	46.4	15.5	15.0	3	31.8	10.6	11.0	2	20.9	7.0	
0.05	9	86.9	29.0	29.0	6	80.6	26.2	20.0	4	43.3	14.4	
0.08	12	121.7	40.6	41.0	9	98.6	28.5	30.0	6	63.7	21.2	
0.10	16	156.5	52.2	52.0	11	112.4	37.5	37.0	8	83.1	27.7	
0.13	18	185.4	61.8	62.0	13	132.3	44.3	44.0	10	100.0	33.3	
0.15	21	208.6	69.5	70.0	15	150.4	50.1	50.0	11	115.4	38.5	
0.20	26	260.8	86.9	87.0	18	176.3	58.3	60.0	14	140.3	46.6	
0.30	33	338.3	110.1	110.0	23	236.4	75.5	76.0	18	176.0	58.7	
0.40	39	388.5	129.4	129.0	28	262.8	87.6	88.0	20	204.9	68.3	
0.50	43	428.8	142.9	143.0	29	290.3	96.8	97.0	22	223.8	75.3	

Eder F. Irribarren Villanueva
Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leñidas Villanueva Abal
Ing. Leñidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANCUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

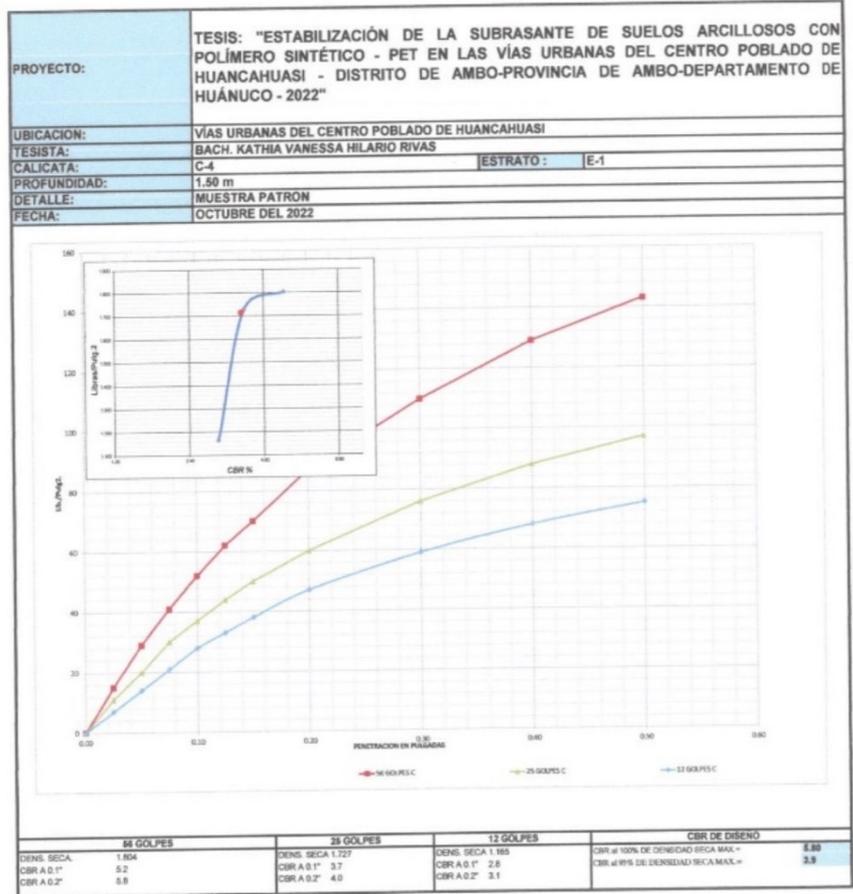
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-4 ESTRATO: E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA PATRON
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

 <p style="text-align: center;">66 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>																											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.1</td> <td>1.804 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR a</td> <td>0.2</td> <td>5.2 %</td> </tr> <tr> <td>CBR b</td> <td></td> <td>5.8 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.1	1.804 g/cm ³	CBR a	0.2	5.2 %	CBR b		5.8 %	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.1</td> <td>1.727 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR a</td> <td>0.2</td> <td>3.7 %</td> </tr> <tr> <td>CBR b</td> <td></td> <td>4.0 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.1	1.727 g/cm ³	CBR a	0.2	3.7 %	CBR b		4.0 %									
DENSIDAD SECA	0.1	1.804 g/cm ³																										
CBR a	0.2	5.2 %																										
CBR b		5.8 %																										
DENSIDAD SECA	0.1	1.727 g/cm ³																										
CBR a	0.2	3.7 %																										
CBR b		4.0 %																										
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.1</td> <td>1.165 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR a</td> <td>0.1</td> <td>2.8 %</td> </tr> <tr> <td>CBR b</td> <td>0.2</td> <td>3.1 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.1	1.165 g/cm ³	CBR a	0.1	2.8 %	CBR b	0.2	3.1 %	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 66 GOLPES =</td> <td>5.80</td> <td>1.804</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td>4.00</td> <td>1.727</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>3.13</td> <td>1.165</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX =</td> <td>5.80</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX =</td> <td>3.99</td> <td></td> </tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 66 GOLPES =	5.80	1.804	CBR CON 25 GOLPES =	4.00	1.727	CBR CON 12 GOLPES =	3.13	1.165	CBR al 100% DE DENS SECA MAX =	5.80		CBR al 95% DE DENS SECA MAX =	3.99	
DENSIDAD SECA	0.1	1.165 g/cm ³																										
CBR a	0.1	2.8 %																										
CBR b	0.2	3.1 %																										
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																										
CBR CON 66 GOLPES =	5.80	1.804																										
CBR CON 25 GOLPES =	4.00	1.727																										
CBR CON 12 GOLPES =	3.13	1.165																										
CBR al 100% DE DENS SECA MAX =	5.80																											
CBR al 95% DE DENS SECA MAX =	3.99																											


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	UBICACIÓN:	E: 367233 N: 8883488 Z: 2061
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	36	24	15
Suelo Húmedo + Tarro	29.09	28.44	30.10
Suelo seco + Tarro	23.32	22.67	23.70
Peso de Tarro	11.28	11.04	11.20
Peso del Agua	5.77	5.77	6.40
Peso de Suelo Seco	12.05	11.63	12.49
HUMEDAD %	47.91	49.57	51.26
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	18.50	18.25	
Suelo seco + Tarro	16.92	16.75	
Peso de Tarro	11.10	11.05	
Peso del Agua	1.58	1.50	
Peso de Suelo Seco	5.82	5.69	
HUMEDAD %	27.15	26.28	
DETALLE		RESULTADOS	
Limite liquido LL	49.34	%	
Limite plastico LP	26.71	%	
Indice plasticidad IP	22.63	%	
CURVA DE FLUIDEZ			
			


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-1	ESTRATO:			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	7854	8287	8713	8499	7980
PESO DEL MOLDE	gr.	6055.00	6065.00	6065.00	6055.00	6055.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	1799.40	2222.15	2647.78	2434.12	1914.77
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1532.66	1679.04	2220.04	1973.34	1531.83
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	0.85	1.06	1.26	1.16	0.91
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	389.0	377.8	383.8	388.2	388.2
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	334.0	319.3	321.8	314.7	318.5
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	55.95	58.30	61.99	73.49	79.70
PESO MUESTRA SECA	gr.	334.03	319.27	321.76	314.73	318.52
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.75	18.26	19.27	23.35	25.02
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	0.73	0.90	1.06	0.94	0.73

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.194 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	21.01 %
Densidad Máxima húmeda:	1.448 gr/cm ³ .


 Eder E. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-1
PROFUNDIDAD:	1.60 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

MOLDE	4				5				6			
	N. GOLPES											
CONDICION	86		25		12							
	SI SUMERGIDO	SI SUMERGIDO	SI SUMERGIDO	SUMERGIDO								
Peso del molde + suelo humedo	8304	8325	9270	8484	8377	8339	8339	8339	8339	8339	8339	8339
Peso del molde	8095	8096	8227	8227	8227	8227	8227	8227	8227	8227	8227	8227
Peso del suelo humedo	3208	3229	3043	3257	2108	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112
Volumen del molde	2120	2120	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113
Densidad humeda	1.51	1.56	1.44	1.54	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Humedad	21.05%				21.00%				21.02%			
Densidad seca	1.395				1.338				0.782			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	352.2	298.6			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	
				m.m	%		m.m	%		m.m	%
15/10/2022	10:30:00	24h	45	45	0.39	59	59	0.51	60	60	0.52
18/10/2022	10:30:00	48h	65	65	0.56	89	89	0.78	85	85	0.73
17/10/2022	10:30:00	72h	92	92	0.79	105	105	0.90	105	105	0.90
18/10/2022	10:30:00	96h	138	138	1.19	145	145	1.25	142	142	1.22

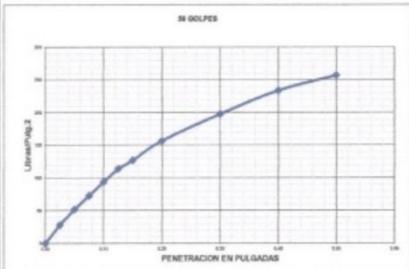
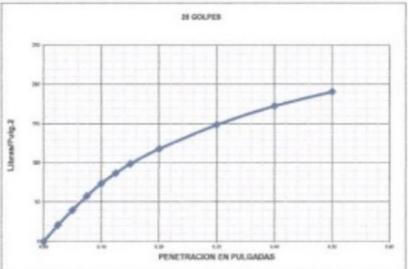
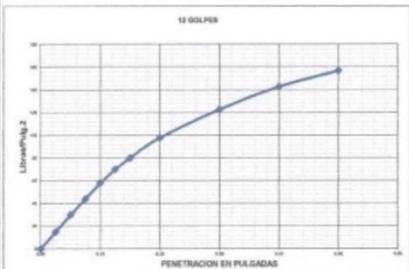
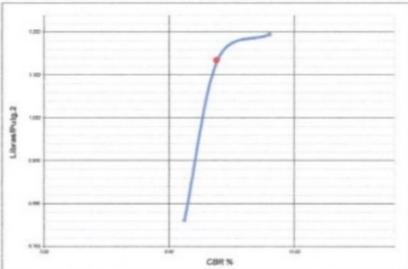
PENETR. PULS.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01		LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02		LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03	
		LIBRAS	Lb/Pulg.2		LIBRAS	Lb/Pulg.2		LIBRAS	Lb/Pulg.2
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
0.03	8	83.4	27.8	28.0	62.7	20.9	21.0	43.6	14.5
0.05	16	136.5	42.2	42.0	119.3	39.8	40.0	90.3	30.1
0.08	22	210.0	71.0	71.0	174.6	58.2	58.0	132.9	44.3
0.10	28	283.6	93.9	94.0	221.4	73.8	74.0	173.5	57.8
0.13	34	341.4	113.8	114.0	260.8	86.9	87.0	208.8	69.6
0.15	38	381.5	127.2	127.0	296.4	98.5	99.0	240.9	80.3
0.20	47	469.5	156.5	157.0	353.0	117.7	118.0	282.9	97.6
0.30	69	695.5	196.5	196.0	446.5	148.9	149.0	367.6	122.5
0.40	70	702.9	234.3	234.0	517.8	172.6	173.0	427.9	142.6
0.50	77	772.2	257.4	257.0	572.0	190.7	191.0	471.5	157.2


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-1 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.195 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.1 5.4 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_b</td> <td>0.2 10.5 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.195 g/cm ³	CBR _a	0.1 5.4 %	CBR _b	0.2 10.5 %	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.138 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.1 7.4 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_b</td> <td>0.2 7.9 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.138 g/cm ³	CBR _a	0.1 7.4 %	CBR _b	0.2 7.9 %												
DENSIDAD SECA	1.195 g/cm ³																								
CBR _a	0.1 5.4 %																								
CBR _b	0.2 10.5 %																								
DENSIDAD SECA	1.138 g/cm ³																								
CBR _a	0.1 7.4 %																								
CBR _b	0.2 7.9 %																								
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.762 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.1 5.8 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_b</td> <td>0.2 6.5 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.762 g/cm ³	CBR _a	0.1 5.8 %	CBR _b	0.2 6.5 %	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 86 GOLPES =</td> <td>10.47</td> <td>1.195</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td>7.87</td> <td>1.138</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>6.53</td> <td>0.762</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX =</td> <td>10.47</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX =</td> <td>7.88</td> <td></td> </tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 86 GOLPES =	10.47	1.195	CBR CON 25 GOLPES =	7.87	1.138	CBR CON 12 GOLPES =	6.53	0.762	CBR al 100% DE DENS SECA MAX =	10.47		CBR al 95% DE DENS SECA MAX =	7.88	
DENSIDAD SECA	0.762 g/cm ³																								
CBR _a	0.1 5.8 %																								
CBR _b	0.2 6.5 %																								
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																							
CBR CON 86 GOLPES =	10.47	1.195																							
CBR CON 25 GOLPES =	7.87	1.138																							
CBR CON 12 GOLPES =	6.53	0.762																							
CBR al 100% DE DENS SECA MAX =	10.47																								
CBR al 95% DE DENS SECA MAX =	7.88																								

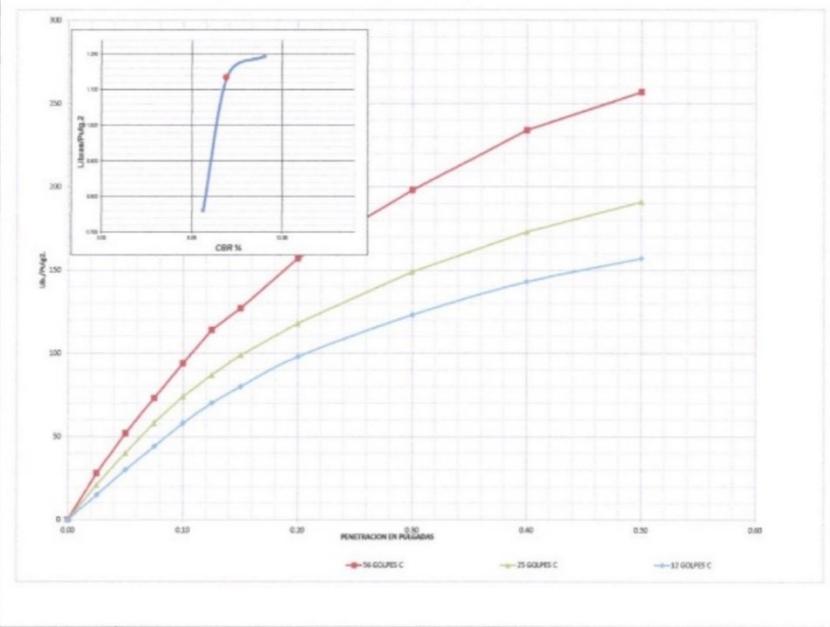

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVÍSTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-1 ESTRATO: E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLÍMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022



66 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
DENS. SECA	1.99	DENS. SECA	1.98	DENS. SECA	2.72	CBR al 10% DE DENSIDAD SECA MAX.	18.47
CBR A 0.1"	9.4	CBR A 0.1"	7.4	CBR A 0.1"	5.9	CBR al 10% DE DENSIDAD SECA MAX.-	7.8
CBR A 0.2"	10.5	CBR A 0.2"	7.9	CBR A 0.2"	6.5		


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78639

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVÍSTAR:
 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERU

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: "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"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALCATA:	C-1	UBICACIÓN:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2063
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	38	26	17
Suelo Húmedo + Tarro	26.48	26.14	28.43
Suelo seco + Tarro	21.62	21.23	22.57
Peso de Tarro	11.37	11.29	11.28
Peso del Agua	4.96	4.91	5.85
Peso de Suelo Seco	10.25	9.94	11.30
HUMEDAD %	47.42	49.37	51.81

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.78	18.22
Suelo seco + Tarro	16.33	16.68
Peso de Tarro	11.08	11.11
Peso del Agua	1.45	1.53
Peso de Suelo Seco	5.25	5.57
HUMEDAD %	27.61	27.51

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	49.67	%
Límite plástico LP	27.56	%
Índice plasticidad IP	22.11	%



Eder F. Iribarren Villanueva
Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villanueva Abal
Ing. Leónidas Villanueva Abal
CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA	
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-1 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 7901
PESO DEL MOLDE	gr. 6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr. 1836.38
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3. 2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr. 1538.04
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c3. 0.87
Nº DE TARA	1
DETERMINACION	HUMEDAD 2
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr. 365.7
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr. 306.2
PESO DE LA TARA	gr. 0.00
PESO DEL AGUA	gr. 59.41
PESO MUESTRA SECA	gr. 306.25
CONTENIDO DE HUMEDAD	% 19.40
DENSIDAD SECA	gr/c3. 0.73

	1	2	3	4	5
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	7901	8229	8740	8303	8032
PESO DEL MOLDE	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	1836.38	2164.22	2675.26	2237.99	1967.11
VOLUMEN DEL MOLDE	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	1538.04	1794.45	2137.23	1774.56	1545.08
DENSIDAD HÚMEDA	0.87	1.03	1.27	1.07	0.94
Nº DE TARA	1	2	3	4	5
DETERMINACION	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	365.7	353.0	369.3	363.9	371.8
PESO MUESTRA SECA + TARA	306.2	292.7	295.0	288.6	292.0
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	59.41	60.32	74.26	75.36	79.77
PESO MUESTRA SECA	306.25	292.72	295.00	288.55	292.03
CONTENIDO DE HUMEDAD	19.40	20.61	25.17	26.12	27.32
DENSIDAD SECA	0.73	0.85	1.02	0.85	0.74

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.208 gr/cm3.
Humedad Óptima:	23.41 %
Densidad Máxima húmeda:	1.491 gr/cm3.


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78639

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
ESTRATO:	E-1
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

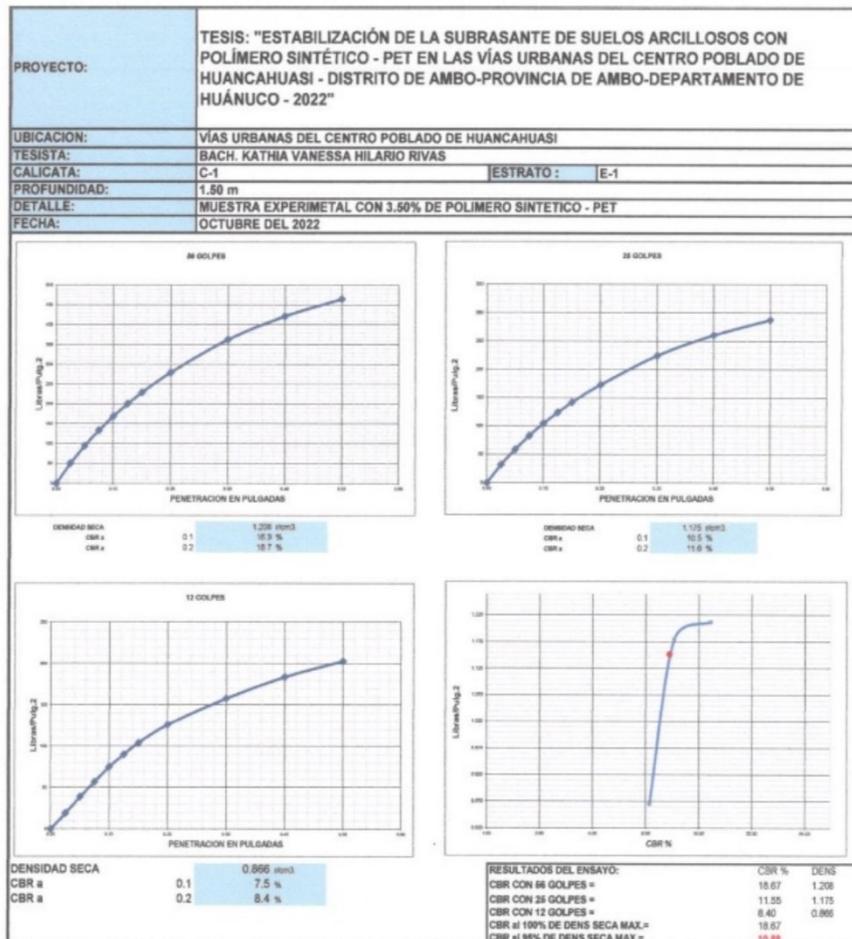
MUESTRA	13				14				15			
N. GOLPES	25								12			
CONDICION	SE SUBERGIR		SUBERGIR		SE SUBERGIR		SUBERGIR		SE SUBERGIR		SUBERGIR	
Peso del molde + suelo humedo	11125		11333		11015		11299		10199		10429	
Peso del molde	7782		7782		7759		7759		7753		7753	
Peso del suelo humedo	3353		3571		3256		3540		2406		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	1.205				1.175				0.966			
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	285.8			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			23.96	23.46			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	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
15/10/2022	8am-9am	1 hora	35	0.30	39	0.33	40	0.33	40	0.33	40	0.34		
16/10/2022	9am-11am	2 horas	45	0.39	61	0.52	74	0.64	84	0.72	84	0.72		
17/10/2022	11am-4pm	4 horas	50	0.43	74	0.64	84	0.72	84	0.72	84	0.72		
18/10/2022	4pm-11pm	19 horas	104	0.89	119	1.02	132	1.12	132	1.12	132	1.12		

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	LIB/Pulg.2	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	
0.03	15	153.7	51.2	51.0	9	99.2	31.7	32.0	6	56.3	18.0	
0.05	28	263.7	84.6	85.0	18	175.7	58.6	59.0	12	116.6	36.0	
0.08	40	403.9	134.0	134.0	25	249.0	80.0	81.0	17	171.5	52.0	
0.10	51	508.3	169.4	169.0	31	334.9	105.0	105.0	22	223.8	74.0	
0.13	60	602.9	201.0	201.0	37	373.5	124.5	124.0	27	269.4	89.0	
0.15	68	683.6	228.5	229.0	42	424.7	141.6	142.0	31	310.9	104.0	
0.20	84	829.3	279.8	281.0	52	535.9	173.3	173.0	38	378.0	126.0	
0.30	128	1097.6	363.5	363.0	67	673.7	224.6	225.0	47	474.6	158.0	
0.40	126	1264.0	421.6	422.0	78	783.5	261.2	261.0	55	552.2	184.0	
0.50	139	1394.9	465.0	465.0	86	864.1	288.0	288.0	61	608.5	202.0	


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

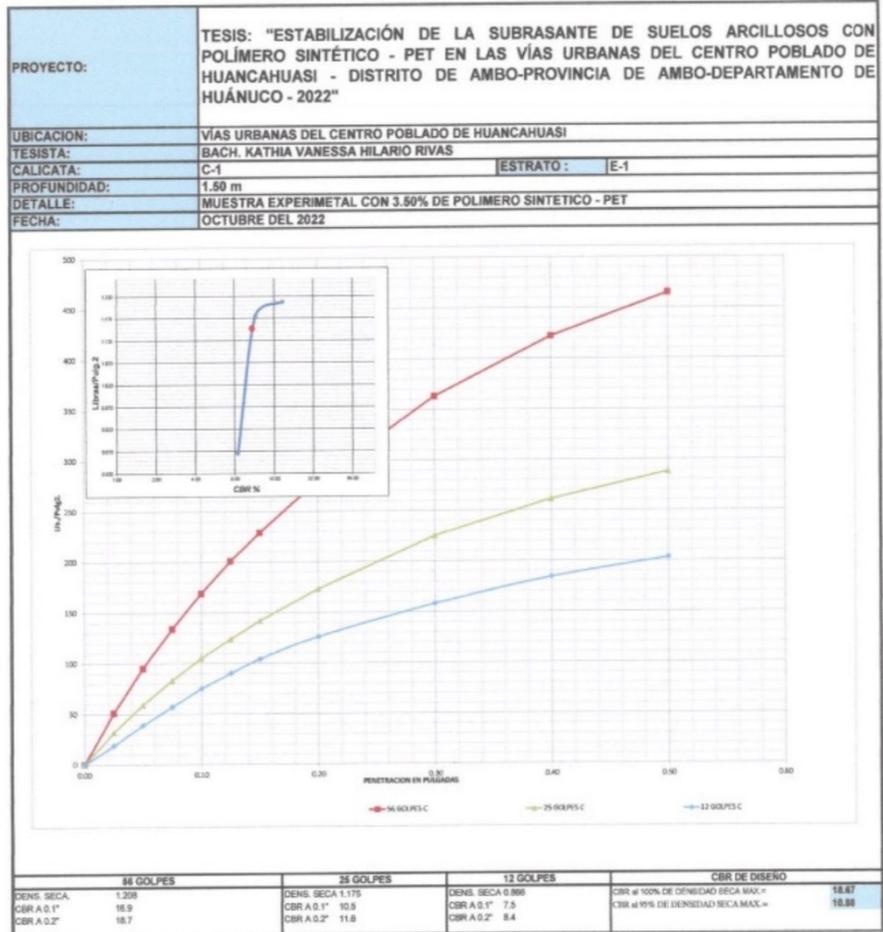

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78639




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "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"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	UBICACION:	E: 366812 N: 8883995 Z: 2091
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	34	23	15
Suelo Húmedo + Tarro	27.93	31.47	27.05
Suelo seco + Tarro	22.66	24.81	21.52
Peso de Tarro	11.34	11.31	10.98
Peso del Agua	5.26	6.65	5.53
Peso de Suelo Seco	11.32	13.60	10.54
HUMEDAD %	46.48	49.28	52.49
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	18.19	17.83	
Suelo seco + Tarro	16.66	16.28	
Peso de Tarro	11.14	11.06	
Peso del Agua	1.53	1.55	
Peso de Suelo Seco	5.52	5.23	
HUMEDAD %	27.66	29.58	
DETALLE	RESULTADOS		
Límite líquido LL	48.71	%	
Límite plástico LP	28.62	%	
Índice plasticidad IP	20.09	%	
CURVA DE FLUIDEZ			
			


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA																																																																				
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"																																																																			
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI																																																																			
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS																																																																			
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1																																																																	
PROFUNDIDAD:	1.50 m																																																																			
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET																																																																			
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022																																																																			
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	2848.79	3015.80	2917.83	2404.72																																																														
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	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 ³	1.10	1.36	1.44	1.39	1.15																																																														
Nº DE TARA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">HUMEDAD</th> <th colspan="2">HUMEDAD</th> <th>HUMEDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO MUEST. HÚMEDA + TARA</td> <td>gr.</td> <td>349.9</td> <td>434.6</td> <td>391.3</td> <td>384.6</td> <td>389.2</td> </tr> <tr> <td>PESO MUESTRA SECA + TARA</td> <td>gr.</td> <td>281.0</td> <td>353.1</td> <td>310.2</td> <td>304.0</td> <td>303.9</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA TARA</td> <td>gr.</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL AGUA</td> <td>gr.</td> <td>59.88</td> <td>81.55</td> <td>81.14</td> <td>80.59</td> <td>85.35</td> </tr> <tr> <td>PESO MUESTRA SECA</td> <td>gr.</td> <td>280.97</td> <td>353.07</td> <td>310.18</td> <td>303.99</td> <td>303.88</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>21.31</td> <td>23.10</td> <td>26.16</td> <td>26.51</td> <td>28.09</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>gr/cm³</td> <td>0.91</td> <td>1.10</td> <td>1.14</td> <td>1.10</td> <td>0.89</td> </tr> </tbody> </table>							1	2	3	4	5			HUMEDAD		HUMEDAD		HUMEDAD	PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	349.9	434.6	391.3	384.6	389.2	PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	281.0	353.1	310.2	304.0	303.9	PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PESO DEL AGUA	gr.	59.88	81.55	81.14	80.59	85.35	PESO MUESTRA SECA	gr.	280.97	353.07	310.18	303.99	303.88	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.31	23.10	26.16	26.51	28.09	DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.91	1.10	1.14	1.10	0.89
		1	2	3	4	5																																																														
		HUMEDAD		HUMEDAD		HUMEDAD																																																														
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	349.9	434.6	391.3	384.6	389.2																																																														
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	281.0	353.1	310.2	304.0	303.9																																																														
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																														
PESO DEL AGUA	gr.	59.88	81.55	81.14	80.59	85.35																																																														
PESO MUESTRA SECA	gr.	280.97	353.07	310.18	303.99	303.88																																																														
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.31	23.10	26.16	26.51	28.09																																																														
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.91	1.10	1.14	1.10	0.89																																																														
GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO																																																																				
																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Densidad Máxima Seca:</td> <td>1.215 gr/cm³.</td> </tr> <tr> <td>Humedad Óptima:</td> <td>24.92 %</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima húmeda:</td> <td>1.518 gr/cm³.</td> </tr> </tbody> </table>						Densidad Máxima Seca:	1.215 gr/cm ³ .	Humedad Óptima:	24.92 %	Densidad Máxima húmeda:	1.518 gr/cm ³ .																																																									
Densidad Máxima Seca:	1.215 gr/cm ³ .																																																																			
Humedad Óptima:	24.92 %																																																																			
Densidad Máxima húmeda:	1.518 gr/cm ³ .																																																																			


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

MOLDE	7				8				9			
	N. GOLPES: 56				25				12			
CONDICION	SECO		HUMEDO		SECO		HUMEDO		SECO		HUMEDO	
Peso del molde + suelo humedo	957	957	1085	1180	857	877						
Peso del molde	6074	6074	7533	7533	6506	6506						
Peso del suelo humedo	3493	3504	3272	3653	2061	2221						
Volumen del molde	2157	2157	2119	2119	2135	2135						
Densidad humeda	1.62	1.62	1.54	1.72	0.97	1.04						
Humedad	24.93%				24.95%				24.95%			
Densidad seca	1.216				1.139				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	53.00	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			24.28	25.51		
Humedad	24.63%				24.95%				24.89%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL		EXPANSION		LECTURA DIAL		EXPANSION		LECTURA DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
15/10/2022	10:30:00	24h	26	0.22	31	0.27	37	0.32						
18/10/2022	10:30:00	48h	35	0.30	39	0.33	48	0.41						
17/10/2022	10:30:00	72h	49	0.42	56	0.48	62	0.53						
18/10/2022	10:30:00	96h	64	0.61	105	0.90	115	0.69						

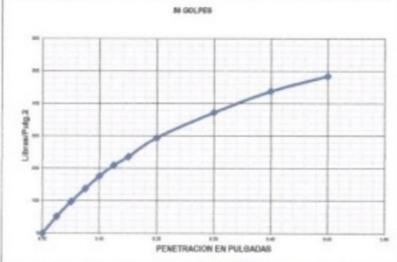
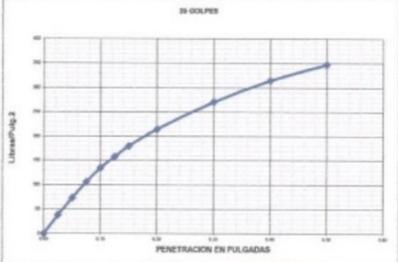
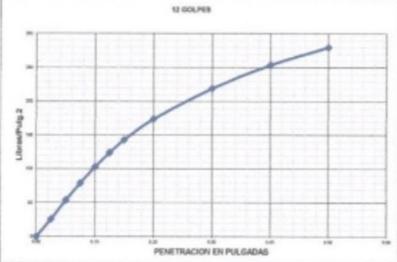
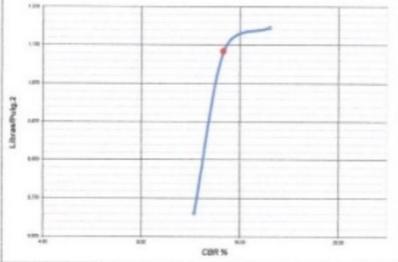
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01		LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02		LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03				
		LIBRAS	LN/Pulg.2		LIBRAS	LN/Pulg.2		LIBRAS	LN/Pulg.2			
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0			
0.03	18	157.2	52.4	52.0	11	114.4	38.1	35.0	8	77.8	25.9	26.0
0.05	29	294.8	95.3	96.0	22	217.6	72.5	73.0	16	161.1	53.7	54.0
0.08	41	412.7	137.6	138.0	32	335.4	106.1	106.0	24	221.1	76.0	76.0
0.10	53	530.6	176.9	177.0	40	403.7	134.6	135.0	31	309.3	103.1	103.0
0.13	65	628.9	209.6	210.0	47	475.4	158.5	158.0	37	372.3	124.1	124.0
0.15	70	707.5	235.8	236.0	54	540.4	180.1	180.0	43	429.6	143.2	143.0
0.20	86	894.4	294.8	295.0	64	643.6	214.5	215.0	52	523.5	174.1	174.0
0.30	112	1120.2	373.4	373.0	81	814.3	271.4	271.0	65	655.5	218.5	219.0
0.40	131	1316.8	438.9	439.0	94	943.1	314.7	315.0	76	763.0	254.3	254.0
0.50	145	1454.3	484.8	485.0	104	1042.0	347.6	348.0	84	843.8	283.3	283.0

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.60% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

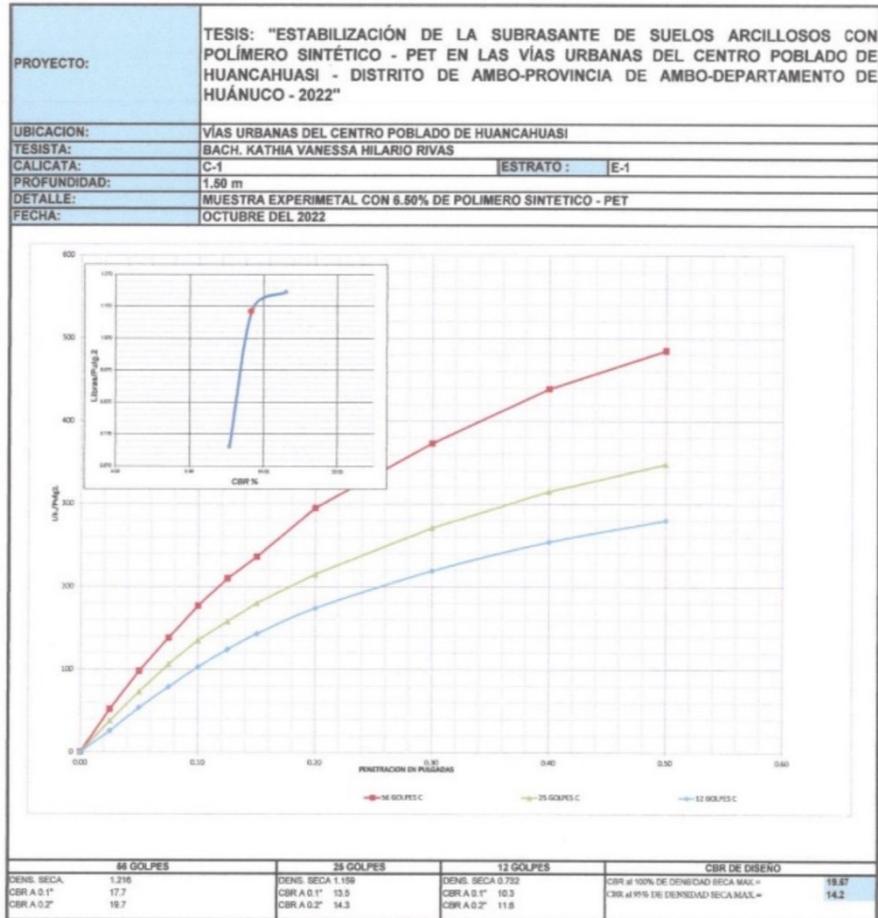
 <p style="text-align: center;">66 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>																								
<table border="0"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td>1.259 (g/cm³)</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>17.7 %</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>19.7 %</td></tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.259 (g/cm³)	CBR a	17.7 %	CBR a	19.7 %	<table border="0"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td>1.159 (g/cm³)</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>13.5 %</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>14.3 %</td></tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.159 (g/cm³)	CBR a	13.5 %	CBR a	14.3 %												
DENSIDAD SECA	1.259 (g/cm³)																								
CBR a	17.7 %																								
CBR a	19.7 %																								
DENSIDAD SECA	1.159 (g/cm³)																								
CBR a	13.5 %																								
CBR a	14.3 %																								
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																								
<table border="0"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td>0.732 (g/cm³)</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>10.3 %</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>11.6 %</td></tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.732 (g/cm³)	CBR a	10.3 %	CBR a	11.6 %	<table border="0"> <tr><td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td><td>CBR %</td><td>DENS</td></tr> <tr><td>CBR CON 66 GOLPES =</td><td>19.67</td><td>1.216</td></tr> <tr><td>CBR CON 25 GOLPES =</td><td>14.33</td><td>1.159</td></tr> <tr><td>CBR CON 12 GOLPES =</td><td>11.61</td><td>0.732</td></tr> <tr><td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX =</td><td>19.67</td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX =</td><td>14.33</td><td></td></tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 66 GOLPES =	19.67	1.216	CBR CON 25 GOLPES =	14.33	1.159	CBR CON 12 GOLPES =	11.61	0.732	CBR al 100% DE DENS SECA MAX =	19.67		CBR al 95% DE DENS SECA MAX =	14.33	
DENSIDAD SECA	0.732 (g/cm³)																								
CBR a	10.3 %																								
CBR a	11.6 %																								
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																							
CBR CON 66 GOLPES =	19.67	1.216																							
CBR CON 25 GOLPES =	14.33	1.159																							
CBR CON 12 GOLPES =	11.61	0.732																							
CBR al 100% DE DENS SECA MAX =	19.67																								
CBR al 95% DE DENS SECA MAX =	14.33																								


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 76639

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	UBICACIÓN:	E: 366851 N: 8884095 Z: 2078
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	34	26	15
Suelo Húmedo + Tarro	28.79	26.21	27.53
Suelo seco + Tarro	23.20	21.37	22.12
Peso de Tarro	11.29	11.29	11.20
Peso del Agua	5.60	4.84	5.41
Peso de Suelo Seco	11.90	10.08	10.91
HUMEDAD %	47.01	48.08	49.58

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.91	17.41
Suelo seco + Tarro	16.39	15.90
Peso de Tarro	11.06	10.58
Peso del Agua	1.52	1.52
Peso de Suelo Seco	5.33	5.31
HUMEDAD %	28.58	28.54

DETALLE	RESULTADOS
Limite liquido LL	48.06 %
Limite plastico LP	28.56 %
Índice plasticidad IP	19.50 %

CURVA DE FLUIDEZ



— "Curva de Soltos" • "15 golpes"

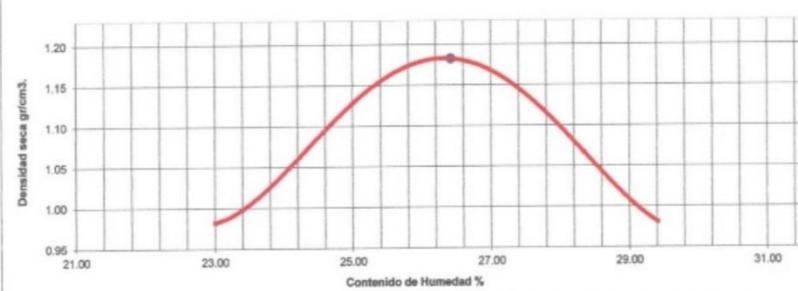

 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	gr.	8801	8797	9030	8939	8729
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HUMEDA	gr.	2836.02	2731.81	2965.19	2874.47	2664.47
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2061.75	2201.75	2271.81	2239.60	2058.92
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.21	1.30	1.41	1.37	1.27
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	388.1	340.2	360.3	344.9	351.5
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	315.5	274.2	288.2	288.7	271.8
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	72.59	66.01	72.10	76.17	79.58
PESO MUESTRA SECA	gr.	315.55	274.18	288.18	288.69	271.59
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.02	24.07	25.02	26.35	29.41
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.98	1.05	1.13	1.07	0.98

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.183 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	26.42 %
Densidad Máxima húmeda:	1.496 gr/cm ³ .


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

MOLDE.	10		11		12							
N. GOLPES.	56		25		12							
CONDICION	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO						
Peso del molde + suelo humedo	11047	11127	9584	9734	8193	8284						
Peso del molde	7873	7873	6258	6258	6145	6145						
Peso del suelo humedo	3374	3454	3306	3476	2048	2119						
Volumen del molde	2100	2100	2136	2136	2140	2140						
Densidad humeda	1.61	1.64	1.55	1.63	0.96	0.99						
Humedad	26.41%		26.50%		26.39%							
Densidad seca	1.182		1.136		0.704							
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	256.8	218.5			220.9	281.3			242.7	250.1		
Peso tara + suelo seco	202.3	172.9			175.2	205.9			192.3	197.8		
Peso del agua	53.50	45.60	0.00	0.00	45.70	55.40	0.00	0.00	50.40	52.50	0.00	0.00
Peso de los solidos	202.30	172.90	0.00	0.00	175.20	205.90	0.00	0.00	192.30	197.80	0.00	0.00
Humedad	26.45	26.37			26.08	26.91			26.21	26.57		
Humedad	26.41%		26.50%		26.39%							

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION			LECTURA DIAL	EXPANSION			LECTURA DIAL	EXPANSION		
				m.m.	%			m.m.	%			m.m.	%	
15/10/2022	10:30:00	24h	35	35	0.30	49	49	0.42	65	65	0.58			
16/10/2022	10:30:00	48h	59	59	0.51	74	74	0.64	85	85	0.73			
17/10/2022	10:30:00	72h	85	85	0.73	95	95	0.82	145	145	1.25			
18/10/2022	10:30:00	96h	142	142	1.22	155	155	1.42	185	185	1.60			

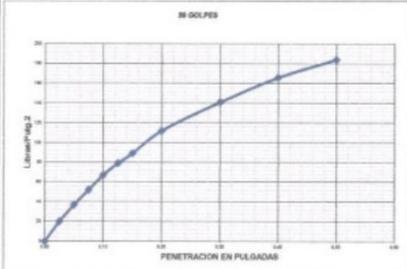
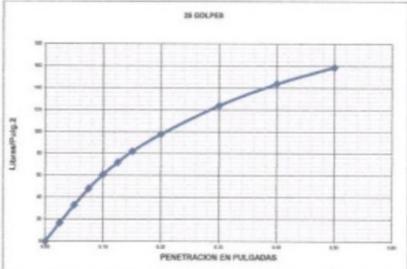
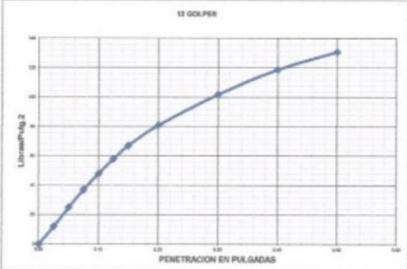
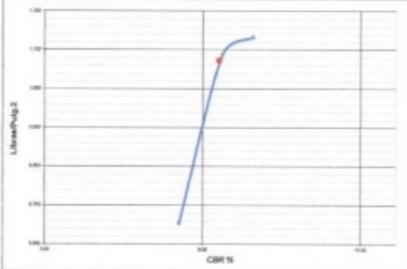
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01				LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02				LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03	
		LIBRAS	LMPag.1				LIBRAS	LMPag.2				LIBRAS	LMPag.2
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	
0.03	6	39.5	19.8	30.0	5	52.2	17.4	17.0	4	36.3	12.1	12.0	
0.05	11	111.6	37.2	37.0	10	90.1	33.1	33.0	7	79.1	25.0	25.0	
0.08	16	156.3	53.1	52.0	14	145.3	48.4	48.0	11	110.5	36.8	37.0	
0.10	20	200.9	67.0	67.0	18	184.2	63.4	63.0	14	144.2	48.1	48.0	
0.13	24	238.1	79.4	79.0	22	236.9	72.3	72.0	17	173.5	57.8	58.0	
0.15	27	267.9	89.3	89.0	25	246.6	82.2	82.0	20	200.2	66.7	67.0	
0.20	33	334.8	111.6	112.0	29	293.6	97.9	98.0	24	243.4	81.1	81.0	
0.30	47	484.3	141.4	141.0	37	371.4	123.8	124.0	30	325.5	103.8	102.0	
0.40	59	698.6	196.3	196.0	43	493.7	163.6	164.0	35	355.6	118.5	119.0	
0.50	55	590.6	163.5	164.0	47	475.8	158.6	159.0	39	391.8	130.6	131.0	


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Lebinidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-1 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

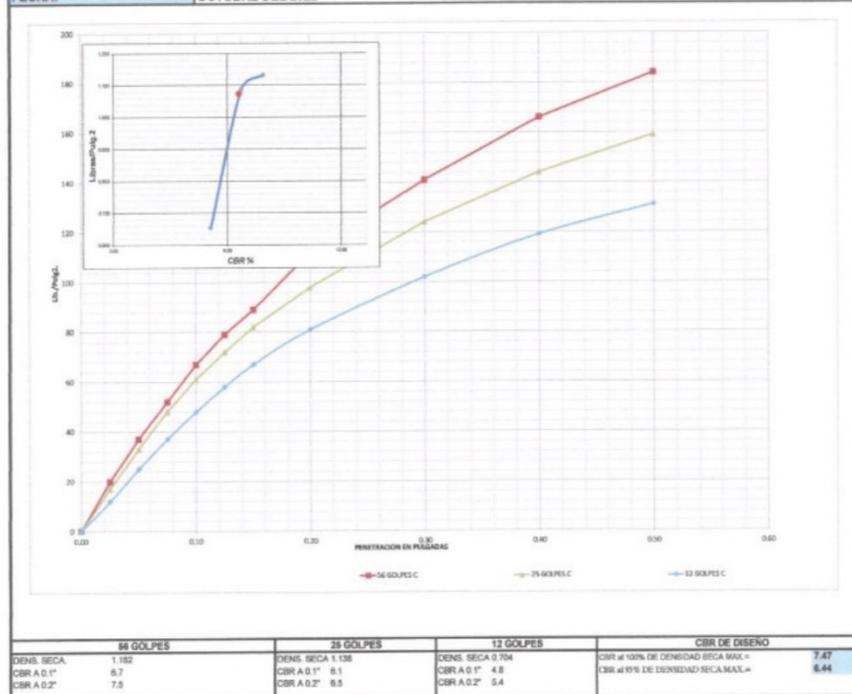
 <p style="text-align: center;">66 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">26 GOLPES</p>
DENSIDAD SECA CBR a CBR a	1.152 (g/cm ³) 8.7 % 7.5 %
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	
DENSIDAD SECA CBR a CBR a	0.704 (g/cm ³) 4.8 % 5.4 %
RESULTADOS DEL ENSAYO:	
	CBR % DENS CBR CON 66 GOLPES = 7.47 1.152 CBR CON 26 GOLPES = 6.53 1.138 CBR CON 12 GOLPES = 5.41 0.704 CBR al 100% DE DENS SECA MAX.= 7.47 CBR al 95% DE DENS SECA MAX.= 6.44


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leóridas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1,50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leobidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALCATA:	C-2	UBICACIÓN:	E: 367233 N: 8883488 Z: 2051
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	35	24	15
Suelo Húmedo + Tarro	29.14	28.45	30.11
Suelo seco + Tarro	23.28	22.66	23.68
Peso de Tarro	11.27	11.03	11.20
Peso del Agua	5.86	5.78	6.43
Peso de Suelo Seco	12.01	11.63	12.46
HUMEDAD %	48.76	49.74	51.52

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.49	18.23
Suelo seco + Tarro	16.95	16.74
Peso de Tarro	11.12	11.07
Peso del Agua	1.53	1.49
Peso de Suelo Seco	5.84	5.67
HUMEDAD %	26.26	26.20

DETALLE	RESULTADOS
Límite líquido LL	49.77 %
Límite plástico LP	26.23 %
Índice plasticidad IP	23.54 %

CURVA DE FLUIDEZ



Legend: — "Domo de Retard" ● "15-48 golpes"


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "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"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-2	ESTRATO:			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
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	2384.59	2931.82	2481.71	2071.18
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1711.03	2072.73	2503.52	2068.18	1782.92
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	0.93	1.14	1.40	1.18	0.89
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	404.6	391.8	401.9	402.8	413.2
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	356.3	340.5	343.2	335.7	339.7
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	48.37	51.33	58.71	67.13	73.47
PESO MUESTRA SECA	gr.	356.28	340.53	343.19	335.69	339.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.58	15.05	17.11	20.00	21.52
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.82	0.99	1.19	0.99	0.81

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Densidad Máxima Seca:</td> <td>1.201 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Humedad Óptima:</td> <td>17.62%</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima húmeda:</td> <td>1.413 gr/cm³</td> </tr> </table>	Densidad Máxima Seca:	1.201 gr/cm ³	Humedad Óptima:	17.62%	Densidad Máxima húmeda:	1.413 gr/cm ³
Densidad Máxima Seca:	1.201 gr/cm ³						
Humedad Óptima:	17.62%						
Densidad Máxima húmeda:	1.413 gr/cm ³						


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

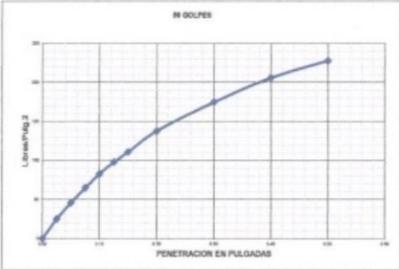
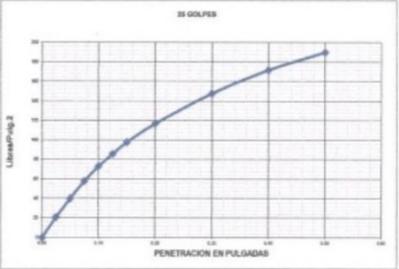
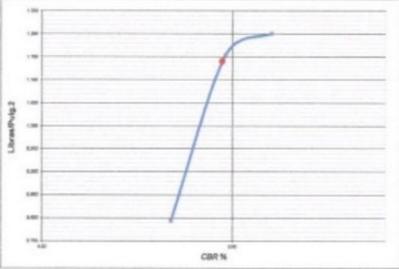
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-2				ESTRATO :				E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE	4				5				6			
N. GOLPES.	55				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	9188	9278	9192	9404	8377	8636						
Peso del molde	8095	8086	8277	8227	6339	6339						
Peso del suelo humedo	3092	3192	2965	3177	2038	2297						
Volumen del molde	2120	2130	2113	2113	2113	2113						
Densidad humeda	1.46	1.50	1.40	1.50	0.96	1.09						
Humedad	17.64%				17.73%				17.58%			
Densidad seca	1.201				1.154				0.793			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	316.5	328.6			255.8	241.6			285.8	303.4		
Peso tara + suelo seco	288.5	279.9			217.3	205.2			243.1	258.1		
Peso del agua	48.00	48.70	0.00	0.00	38.50	36.40	0.00	0.00	42.80	45.30	0.00	0.30
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	0.30
Humedad	17.88	17.40			17.72	17.74			17.61	17.55		
Humedad	17.64%				17.73%				17.58%			
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
15/10/2022	10:30:00	24h	35	35	0.30	45	45	0.39	65	65	0.56	
16/10/2022	19:30:00	48h	56	56	0.45	62	62	0.53	115	115	0.99	
17/10/2022	19:30:00	72h	98	98	0.84	121	121	1.04	145	145	1.25	
18/10/2022	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.1		LIBRAS	Lb/Pulg.1		LIBRAS	Lb/Pulg.1			
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0			
0.02	7	73.9	74.6	25.0	6	62.4	26.8	77.0	4	42.8	14.3	14.0
0.05	14	136.5	46.3	46.0	12	118.7	39.6	40.0	9	86.6	29.5	30.0
0.08	19	199.9	64.6	65.0	17	173.7	57.9	58.0	13	130.4	43.5	43.0
0.10	25	249.3	83.1	83.0	22	220.2	73.4	73.0	17	170.2	56.7	57.0
0.13	29	295.4	98.5	98.0	26	259.4	86.5	86.0	20	204.8	68.3	68.0
0.15	33	332.4	110.8	111.0	29	294.9	96.3	96.0	24	234.3	75.8	79.0
0.20	41	413.5	135.5	134.0	35	351.2	117.7	117.0	29	287.3	95.8	96.0
0.30	59	526.3	175.4	175.0	44	444.2	146.1	148.0	36	360.6	120.2	120.0
0.40	82	619.6	206.1	204.0	54	515.1	171.2	172.0	42	426.7	138.9	140.0
0.50	68	683.2	227.7	228.0	57	569.0	189.2	190.0	46	462.5	154.2	151.0


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"																			
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI																			
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS																			
CALCATA:	C-2	ESTRATO: E-1																		
PROFUNDIDAD:	1.50 m																			
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET																			
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>06 GOLPES</p>  <table border="1"> <tr><td>DENSIDAD MECA</td><td>0.1</td><td>1.201 (9m3)</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>0.1</td><td>8.3 %</td></tr> <tr><td>CBR b</td><td>0.2</td><td>8.2 %</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>25 GOLPES</p>  <table border="1"> <tr><td>DENSIDAD MECA</td><td>0.1</td><td>1.154 (9m3)</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>0.1</td><td>7.3 %</td></tr> <tr><td>CBR b</td><td>0.2</td><td>7.8 %</td></tr> </table> </div> </div>			DENSIDAD MECA	0.1	1.201 (9m3)	CBR a	0.1	8.3 %	CBR b	0.2	8.2 %	DENSIDAD MECA	0.1	1.154 (9m3)	CBR a	0.1	7.3 %	CBR b	0.2	7.8 %
DENSIDAD MECA	0.1	1.201 (9m3)																		
CBR a	0.1	8.3 %																		
CBR b	0.2	8.2 %																		
DENSIDAD MECA	0.1	1.154 (9m3)																		
CBR a	0.1	7.3 %																		
CBR b	0.2	7.8 %																		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>12 GOLPES</p>  <table border="1"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td></td><td>0.795 (9m3)</td></tr> <tr><td>CBR a</td><td>0.1</td><td>5.7 %</td></tr> <tr><td>CBR b</td><td>0.2</td><td>6.4 %</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CBR %</p>  </div> </div>			DENSIDAD SECA		0.795 (9m3)	CBR a	0.1	5.7 %	CBR b	0.2	6.4 %									
DENSIDAD SECA		0.795 (9m3)																		
CBR a	0.1	5.7 %																		
CBR b	0.2	6.4 %																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="3">RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 06 GOLPES =</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td>9.23</td> <td>1.201</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>7.80</td> <td>1.154</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>9.23</td> <td>0.795</td> </tr> <tr> <td>CBR al 98% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>7.71</td> <td></td> </tr> </table>			RESULTADOS DEL ENSAYO:			CBR CON 06 GOLPES =	CBR %	DENS	CBR CON 25 GOLPES =	9.23	1.201	CBR CON 12 GOLPES =	7.80	1.154	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.23	0.795	CBR al 98% DE DENS SECA MAX.=	7.71	
RESULTADOS DEL ENSAYO:																				
CBR CON 06 GOLPES =	CBR %	DENS																		
CBR CON 25 GOLPES =	9.23	1.201																		
CBR CON 12 GOLPES =	7.80	1.154																		
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.23	0.795																		
CBR al 98% DE DENS SECA MAX.=	7.71																			


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



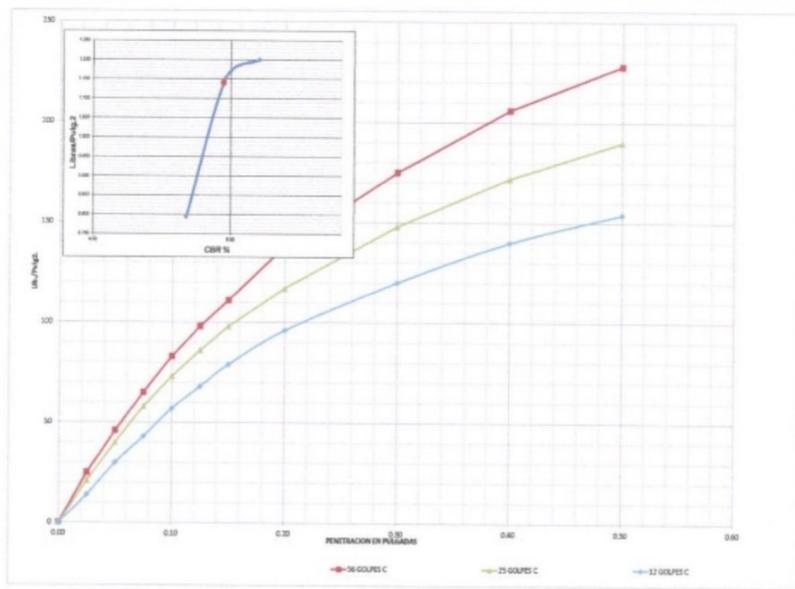
Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-2 ESTRATO: E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022



36 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
DENS. SECA	1.201	DENS. SECA	1.154	DENS. SECA	0.795	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.	8.23
CBR A 0.1"	8.3	CBR A 0.1"	7.3	CBR A 0.1"	5.7	CBR al 90% DE DENSIDAD SECA MAX.	7.71
CBR A 0.2"	9.2	CBR A 0.2"	7.8	CBR A 0.2"	6.4		

Eay
Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Leónidas
Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "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"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-2
ESTRATO:	E-1
UBICACIÓN:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2063
ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	37	26	16
Suelo Húmedo + Tarro	26.46	26.10	28.34
Suelo seco + Tarro	21.64	21.26	22.64
Peso de Tarro	11.37	11.30	11.29
Peso del Agua	4.82	4.84	5.70
Peso de Suelo Seco	10.26	9.96	11.35
HUMEDAD %	46.97	48.54	50.23

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.72	18.18
Suelo seco + Tarro	16.39	16.72
Peso de Tarro	11.14	11.15
Peso del Agua	1.33	1.45
Peso de Suelo Seco	5.24	5.57
HUMEDAD %	25.44	26.11

DETALLE	RESULTADOS
Límite líquido LL	48.56 %
Límite plástico LP	25.77 %
Índice plasticidad IP	22.78 %




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leônidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-2	ESTRATO :			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8148	8474	8843	8558	8247
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2079.74	2409.20	2778.39	2493.72	2182.39
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1802.23	2066.80	2296.55	2045.86	1773.57
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	0.99	1.15	1.32	1.19	1.04
Nº DE TARA						
DETERMINACIÓN		1	2	3	4	5
		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	351.3	339.2	354.8	349.8	357.2
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	304.4	291.0	293.2	286.8	290.3
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	46.87	48.20	61.52	62.79	66.91
PESO MUESTRA SECA	gr.	304.41	290.98	293.23	286.82	290.28
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.40	16.57	20.98	21.89	23.05
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.86	0.98	1.09	0.97	0.84

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO

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

Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO: TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION: VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA: BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA: C-2 | **ESTRATO:** E-1
PROFUNDIDAD: 1.60 m
DETALLE: MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA: OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA:	13		14		15							
N. GOLPES:	56		25		12							
CONDICION	EN SUMERGIDO	SUMERGIDO	EN SUMERGIDO	SUMERGIDO	EN SUMERGIDO	SUMERGIDO						
Peso del molde + suelo humedo	10950	11155	10936	11118	9955	10221						
Peso del molde	7782	7782	7759	7759	7753	7753						
Peso del suelo humedo	3168	3373	3177	3359	2202	2468						
Volumen del suelo	2124	2124	2120	2120	2120	2120						
Densidad humeda	1.50	1.60	1.45	1.58	1.05	1.17						
Humedad	19.37%		19.29%		19.33%							
Densidad seca	1.210		1.173		0.845							
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	309.2	332.8			324.6	341.8			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%			

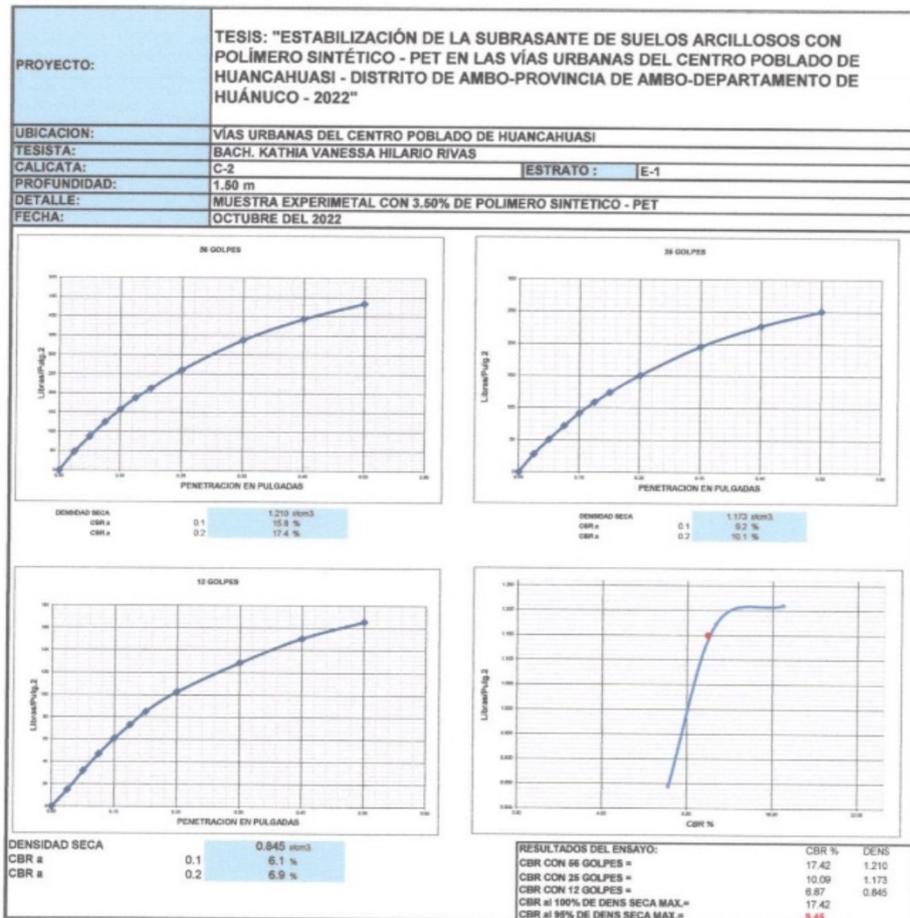
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
15/10/2022	8am-9am	1 hora	55	55	0.47	89	89	0.59	85	85	0.73
16/10/2022	9am-11am	2 horas	72	72	0.62	79	79	0.68	95	95	0.82
17/10/2022	11am-4pm	4 horas	90	90	0.77	105	105	0.90	132	132	1.13
18/10/2022	4pm-11am	19 horas	135	135	1.38	152	152	1.31	174	174	1.48

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03				
		LIBRAS	Lbs/Pulg.2		LIBRAS	Lbs/Pulg.2		LIBRAS	Lbs/Pulg.2			
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0			
0.03	14	143.5	47.8	48.0	5	53.1	22.7	28.0	5	46.1	15.4	15.0
0.05	20	265.0	86.3	88.0	15	153.4	51.1	51.0	10	99.4	31.8	32.0
0.08	37	375.4	125.1	125.0	22	217.3	72.4	72.0	14	146.3	46.8	47.0
0.10	47	474.8	155.9	158.0	27	274.9	91.6	92.0	18	203.2	63.1	63.0
0.13	56	563.1	187.7	188.0	32	326.0	108.7	109.0	22	230.5	73.5	73.0
0.15	64	646.4	213.5	213.0	37	370.7	123.6	124.0	25	254.4	84.8	85.0
0.20	78	781.9	261.9	261.0	45	443.8	151.3	151.0	31	309.4	103.1	103.0
0.30	101	1013.8	334.6	334.0	58	588.1	196.0	196.0	38	388.4	138.5	138.0
0.40	118	1181.4	391.6	391.0	68	685.9	228.0	228.0	45	451.9	150.6	151.0
0.50	130	1302.9	434.3	434.0	75	754.3	251.4	251.0	50	499.0	166.0	166.0


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839



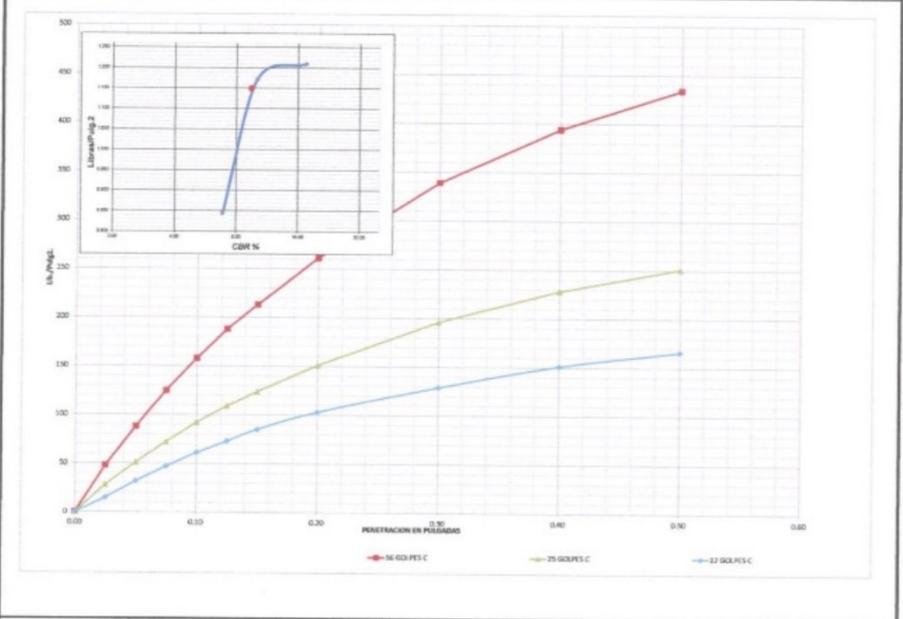

 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-2 ESTRATO: E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.60% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022



66 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
DENS. SECA	1.210	DENS. SECA	1.173	DENS. SECA	0.949	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =	17.42
CBR A 0.1"	15.8	CBR A 0.1"	9.2	CBR A 0.1"	6.1	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =	9.46
CBR A 0.2"	17.4	CBR A 0.2"	10.1	CBR A 0.2"	8.9		


Eder E. Irribarren Villanueva
 TÉCNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-2	UBICACION:	E: 366812 N: 8883995 Z: 2091
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	35	24	15
Suelo Húmedo + Tarro	27.86	31.37	27.00
Suelo seco + Tarro	22.72	24.89	21.56
Peso de Tarro	11.35	11.32	10.99
Peso del Agua	5.14	6.49	5.44
Peso de Suelo Seco	11.37	13.56	10.57
HUMEDAD %	45.27	47.81	51.49

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.14	17.78
Suelo seco + Tarro	16.71	16.33
Peso de Tarro	11.19	11.11
Peso del Agua	1.44	1.45
Peso de Suelo Seco	5.52	5.22
HUMEDAD %	26.02	27.75

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	47.66	%
Límite plástico LP	26.88	%
Índice plasticidad IP	20.78	%

CURVA DE FLUIDEZ




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA	
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAHUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-2 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 8237 8717 9097 8706 8333
PESO DEL MOLDE	gr. 6065.00 6065.00 6065.00 6065.00 6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr. 2172.00 2652.07 3032.25 2891.32 2267.51
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ . 2099.00 2099.00 2099.00 2099.00 2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr. 1852.25 2233.81 2528.89 2265.72 1836.47
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ . 1.03 1.26 1.44 1.29 1.08
Nº DE TARA	1 2 3 4 5
DETERMINACIÓN	HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr. 324.5 412.9 365.3 365.3 369.6
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr. 278.8 347.8 305.5 299.4 299.3
PESO DE LA TARA	gr. 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
PESO DEL AGUA	gr. 47.77 65.12 60.81 65.92 70.25
PESO MUESTRA SECA	gr. 278.75 347.72 305.53 299.43 299.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	% 17.28 18.72 19.80 22.02 23.47
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ . 0.88 1.06 1.20 1.05 0.87
	
Densidad Máxima Seca:	1.216 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	20.43 %
Densidad Máxima húmeda:	1.467 gr/cm ³ .


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP- 78939

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-2				ESTRATO:				E-1			
PROFUNDIDAD:	1.80 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE:	7				8				9			
N. GOLPES:	56				26				12			
CONDICIÓN:	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	9377		9387		10635		11010		8513		8652	
Peso del molde	8074		8074		7533		7533		6506		6506	
Peso del suelo humedo	3303		3313		3102		3477		2007		2146	
Volumen del molde	2157		2157		2119		2119		2135		2135	
Densidad humeda	1.53		1.54		1.48		1.64		0.94		1.01	
Humedad	30.48%				30.42%				30.46%			
Densidad seca	1.218				1.165				0.748			
IDENTIFICACION DE TARA	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	187.80	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.	%	mm.	%				
15/10/2022	10:30:00	24h	29		29	0.25	38	38	0.33	52	52	0.46		
16/10/2022	10:30:00	48h	45		45	0.39	52	52	0.45	62	62	0.53		
17/10/2022	10:30:00	72h	58		58	0.50	65	65	0.56	84	84	0.72		
18/10/2022	10:30:00	96h	97		97	0.83	115	115	0.99	139	139	1.19		

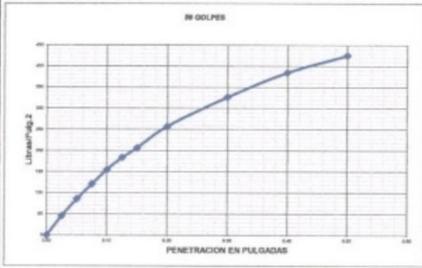
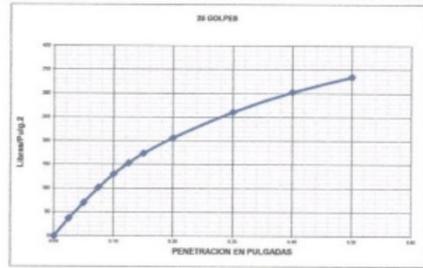
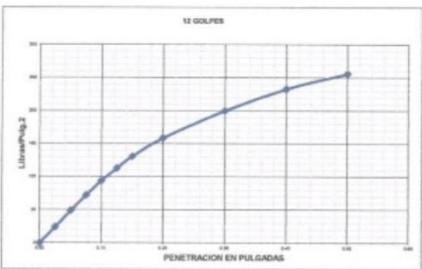
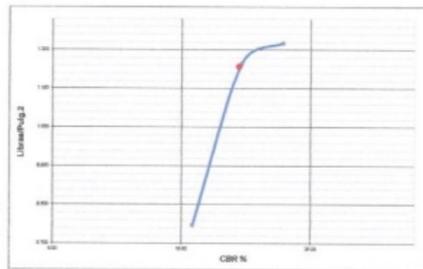
PENETR. PULO.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03		
		LIBRAS	LMP/qg.2			LIBRAS	LMP/qg.2			LIBRAS	LMP/qg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	14	137.8	45.9	46.0	11	110.2	36.7	37.0	7	71.1	23.7	24.0
0.05	20	258.3	86.1	86.0	21	239.6	80.9	79.0	15	147.3	49.1	49.0
0.08	36	361.6	120.5	121.0	31	336.8	109.3	109.0	22	216.7	72.2	72.0
0.10	46	464.9	155.0	155.0	39	388.9	129.6	130.0	28	282.8	94.3	94.0
0.13	55	551.0	183.7	184.0	46	438.0	157.7	153.0	34	340.4	113.5	113.0
0.15	62	619.9	206.6	207.0	52	530.6	173.5	174.0	39	392.7	130.9	131.0
0.20	77	774.9	248.3	248.0	62	630.0	206.7	207.0	48	477.5	159.2	159.0
0.30	98	981.9	327.3	327.0	78	784.3	261.4	261.0	60	599.3	199.8	199.0
0.40	115	1133.7	384.6	385.0	91	909.5	303.7	303.0	69	697.5	231.5	231.0
0.50	127	1274.3	434.7	435.0	100	1004.6	334.9	335.0	77	768.6	256.2	256.0


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-2 ESTRATO: E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

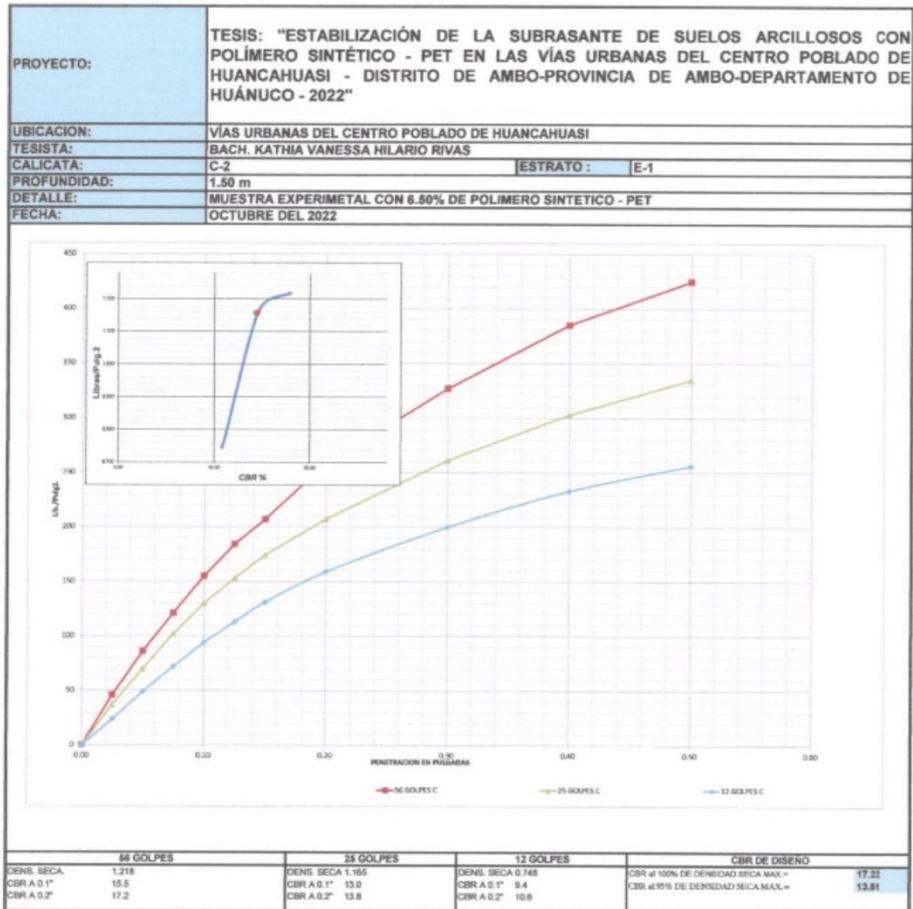
 <p style="text-align: center;">66 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>
DENSIDAD SECA CBR a 0.1 1.218 t/m ³ 15.5 % CBR a 0.2 17.2 %	DENSIDAD SECA CBR a 0.1 1.165 t/m ³ 13.0 % CBR a 0.2 13.8 %
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	
DENSIDAD SECA CBR a 0.1 0.748 t/m ³ 9.4 % CBR a 0.2 10.6 %	RESULTADOS DEL ENSAYO: CBR CON 66 GOLPES = CBR % DENS CBR CON 25 GOLPES = 17.22 1.218 CBR CON 12 GOLPES = 13.80 1.165 CBR al 100% DE DENS SECA MAX.= 10.61 0.748 CBR al 95% DE DENS SECA MAX.= 17.22 1.218 CBR al 95% DE DENS SECA MAX.= 13.81


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-2	UBICACIÓN:	E: 366851 N: 8884095 Z: 2078
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES	34	23	15
Suelo Húmedo + Tarro	28.69	26.15	27.44
Suelo seco + Tarro	23.28	21.43	22.19
Peso de Tarro	11.31	11.31	11.22
Peso del Agua	5.41	4.72	5.25
Peso de Suelo Seco	11.97	10.12	10.97
HUMEDAD %	45.15	46.61	47.89

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.83	17.34
Suelo seco + Tarro	16.46	15.96
Peso de Tarro	11.14	10.65
Peso del Agua	1.37	1.38
Peso de Suelo Seco	5.32	5.31
HUMEDAD %	25.80	25.98

DETALLE	RESULTADOS
Limite liquido LL	46.23 %
Limite plastico LP	25.89 %
Indice plasticidad IP	20.35 %

CURVA DE FLUIDEZ




Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-2		ESTRATO:	E-1		
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8480	8732	8972	8802	8560
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2394.98	2666.71	2907.40	2736.81	2495.12
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	1997.20	2187.45	2377.66	2180.89	1964.42
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.14	1.27	1.38	1.30	1.19
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	387.5	323.2	342.3	327.6	335.1
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	306.5	266.3	279.9	261.0	263.8
PESO DE LA TARA	gr.	0.50	0.90	0.90	0.90	0.90
PESO DEL AGUA	gr.	81.04	56.87	62.36	66.84	71.27
PESO MUESTRA SECA	gr.	306.48	266.31	279.90	260.97	263.78
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.92	21.36	22.28	25.54	27.02
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	0.95	1.05	1.13	1.04	0.94

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.180 gr/cm ³
Humedad Óptima:	23.51 %
Densidad Máxima húmeda:	1.457 gr/cm ³


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO: TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION: VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA: BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA: C-2 **ESTRATO:** E-1
PROFUNDIDAD: 1.50 m
DETALLE: MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA: OCTUBRE DEL 2022

MOLDE	10		11		12			
	N. GOLPES.		25		12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
	Peso del molde + suelo humedo	10915	10994	9445	9614	8192	8283	
Peso del molde	7673	7873	6258	6258	6145	6145		
Peso del suelo humedo	3242	3321	3187	3356	2047	2138		
Volumen del molde	2100	2100	2136	2136	2140	2140		
Densidad humeda	1.54	1.58	1.49	1.57	0.98	0.99		
Humedad	23.49%		23.47%		23.52%			
Densidad seca	1.181		1.142		0.732			
IDENTIFICACION DE TARA								
Peso tara + suelo humedo	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso tara + suelo seco	248.5	277.8			301.5	318.2		327.5
Peso del agua	201.3	224.9			244.2	256.1		265.1
Peso de los solidos	47.20	52.90	0.00	0.00	57.30	60.10	0.00	62.40
Humedad	201.30	224.90	0.00	0.00	244.20	256.10	0.00	265.10
Humedad	23.45	23.52			23.46	23.47		23.54
Humedad	23.48%		23.47%		23.52%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
15/10/2022	10:30:00	24h	74	74	0.94	95	95	0.82	102	102	0.88
16/10/2022	10:30:00	48h	85	85	0.73	115	115	0.99	132	132	1.13
17/10/2022	10:30:00	72h	105	105	0.90	124	124	1.06	165	165	1.42
18/10/2022	10:30:00	96h	147	147	1.26	183	183	1.40	215	215	1.85

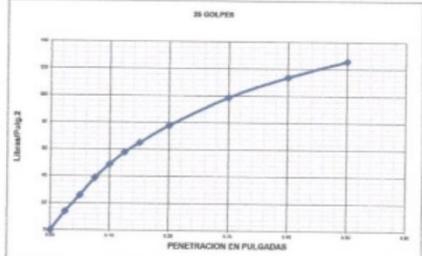
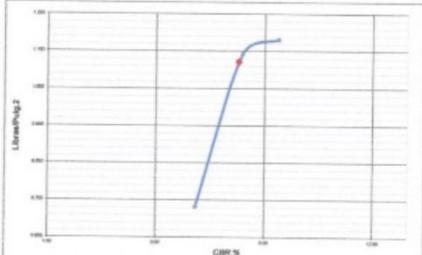
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2			LIBRAS	Lb/Pulg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	5	15.4	17.5	17.0	4	41.6	13.9	14.0	3	75.8	8.6	9.0
0.05	10	96.3	32.8	33.0	8	76.1	26.4	26.0	5	53.5	17.8	18.0
0.08	14	137.6	45.9	46.0	12	115.7	36.6	36.0	8	78.7	26.2	26.0
0.10	18	177.0	59.0	59.0	15	146.7	48.9	49.0	10	102.7	34.2	34.0
0.13	21	209.7	69.9	70.0	17	173.8	57.6	58.0	12	123.6	41.2	41.0
0.15	23	236.0	78.7	79.0	20	196.4	65.5	65.0	14	142.6	47.5	48.0
0.20	29	295.0	98.3	98.0	23	233.9	76.0	76.0	17	179.4	57.8	58.0
0.30	37	373.6	132.5	133.0	29	293.8	98.6	99.0	22	217.6	72.5	73.0
0.40	44	439.1	146.4	146.0	34	343.1	114.4	114.0	26	253.2	84.4	84.0
0.50	48	485.0	161.7	162.0	38	379.0	126.3	126.0	28	279.0	93.0	93.0


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-2 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022

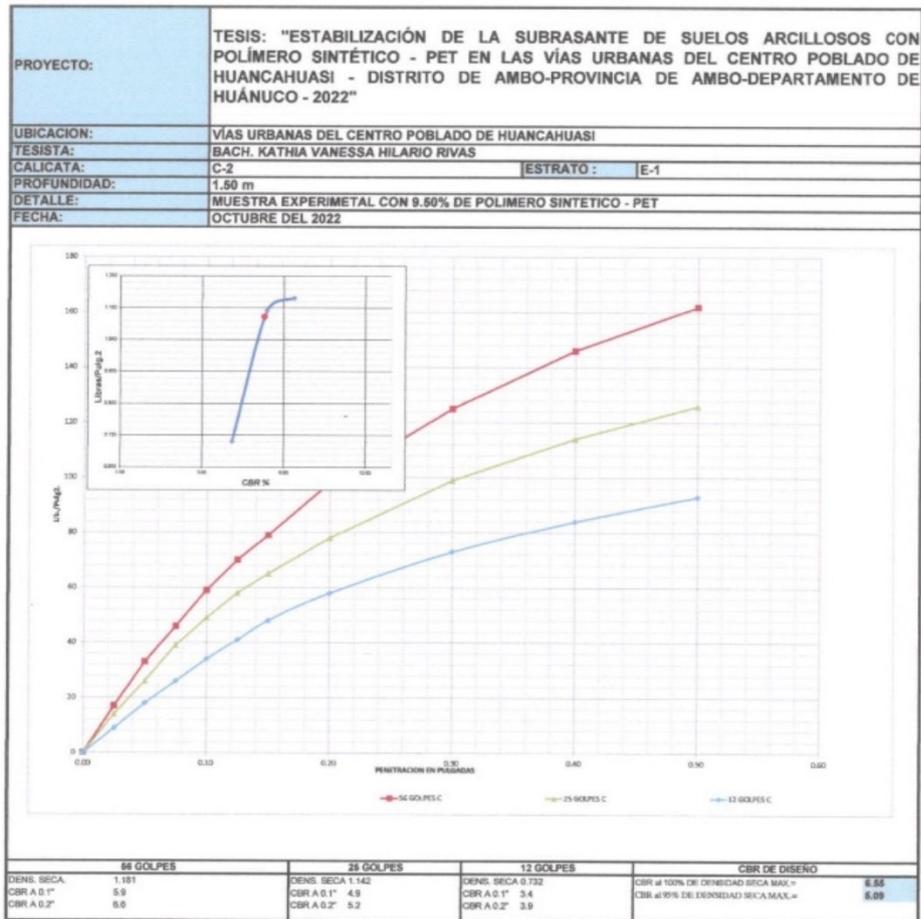
 <p style="text-align: center;">96 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">36 GOLPES</p>																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.991 (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td>CBR @ 0.1</td> <td>5.9 %</td> </tr> <tr> <td>CBR @ 0.2</td> <td>6.6 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.991 (g/cm³)	CBR @ 0.1	5.9 %	CBR @ 0.2	6.6 %	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.142 (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td>CBR @ 0.1</td> <td>4.9 %</td> </tr> <tr> <td>CBR @ 0.2</td> <td>5.2 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.142 (g/cm³)	CBR @ 0.1	4.9 %	CBR @ 0.2	5.2 %												
DENSIDAD SECA	1.991 (g/cm³)																								
CBR @ 0.1	5.9 %																								
CBR @ 0.2	6.6 %																								
DENSIDAD SECA	1.142 (g/cm³)																								
CBR @ 0.1	4.9 %																								
CBR @ 0.2	5.2 %																								
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.732 (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td>CBR @ 0.1</td> <td>3.4 %</td> </tr> <tr> <td>CBR @ 0.2</td> <td>3.9 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.732 (g/cm³)	CBR @ 0.1	3.4 %	CBR @ 0.2	3.9 %	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 96 GOLPES =</td> <td>6.55</td> <td>1.181</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 36 GOLPES =</td> <td>5.20</td> <td>1.142</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>3.87</td> <td>0.732</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>6.55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>6.09</td> <td></td> </tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 96 GOLPES =	6.55	1.181	CBR CON 36 GOLPES =	5.20	1.142	CBR CON 12 GOLPES =	3.87	0.732	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	6.55		CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	6.09	
DENSIDAD SECA	0.732 (g/cm³)																								
CBR @ 0.1	3.4 %																								
CBR @ 0.2	3.9 %																								
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																							
CBR CON 96 GOLPES =	6.55	1.181																							
CBR CON 36 GOLPES =	5.20	1.142																							
CBR CON 12 GOLPES =	3.87	0.732																							
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	6.55																								
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	6.09																								


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 76839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	UBICACIÓN:	E: 367233 N: 8883488 Z: 2051
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.60% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	36	26	16
Suelo Húmedo + Tarro	29.26	28.56	30.24
Suelo seco + Tarro	23.19	22.57	23.59
Peso de Tarro	11.25	11.02	11.18
Peso del Agua	6.07	5.99	6.65
Peso de Suelo Seco	11.94	11.56	12.41
HUMEDAD %	50.82	51.83	53.57

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.51	18.25
Suelo seco + Tarro	16.93	16.72
Peso de Tarro	11.09	11.05
Peso del Agua	1.58	1.53
Peso de Suelo Seco	5.84	5.67
HUMEDAD %	27.01	26.99

DETALLE	RESULTADOS
Límite líquido LL	52.02 %
Límite plástico LP	27.00 %
Índice plasticidad IP	25.02 %

CURVA DE FLUIDEZ




 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Celeditas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "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"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-3	ESTRATO:			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8736	9217	9992	9453	8876
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2671.68	3152.41	3926.55	3388.17	2810.53
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2489.77	2899.49	3505.99	2999.71	2439.48
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	1.27	1.50	1.87	1.61	1.34
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACION		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	428.5	415.2	430.9	426.9	438.8
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	399.4	381.8	384.8	376.3	380.9
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	29.09	33.45	46.15	50.59	57.93
PESO MUESTRA SECA	gr.	399.43	381.78	384.78	376.35	380.89
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.28	8.76	12.00	13.44	15.21
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.19	1.38	1.87	1.42	1.16

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO

Densidad Máxima Seca:	1.712 gr/cm ³
Humedad Óptima:	11.30 %
Densidad Máxima húmeda:	1.905 gr/cm ³

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-3			ESTRATO :			E-1					
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE.	4				5				6			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	SIN SUBERSON		SUBERSONO		SIN SUBERSON		SUBERSONO		SIN SUBERSON		SUBERSONO	
Peso del molde + suelo humedo	10188	10288	10192	10427	9375	9664						
Peso del molde	8096	8096	8227	8227	6339	6339						
Peso del suelo humedo	4092	4192	3965	4200	3036	3325						
Volumen del molde	2120	2120	2113	2113	2113	2113						
Densidad humeda	1.93	1.96	1.88	1.99	1.44	1.57						
Humedad	11.24%				11.33%				11.37%			
Densidad seca	1.713				1.664				1.273			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	325.6	305.4			288.6	229.1			214.6	232.7		
Peso tara + suelo seco	282.4	274.6			259.1	205.9			193.2	208.4		
Peso del agua	33.20	30.60	0.00	0.00	29.50	23.20	0.00	0.00	21.40	24.30	0.00	0.00
Peso de los solidos	292.40	274.80	0.00	0.00	259.10	205.90	0.00	0.00	193.20	208.40	0.00	0.00
humedad	11.35	11.14			11.38	11.27			11.08	11.68		
Humedad	11.24%				11.33%				11.37%			

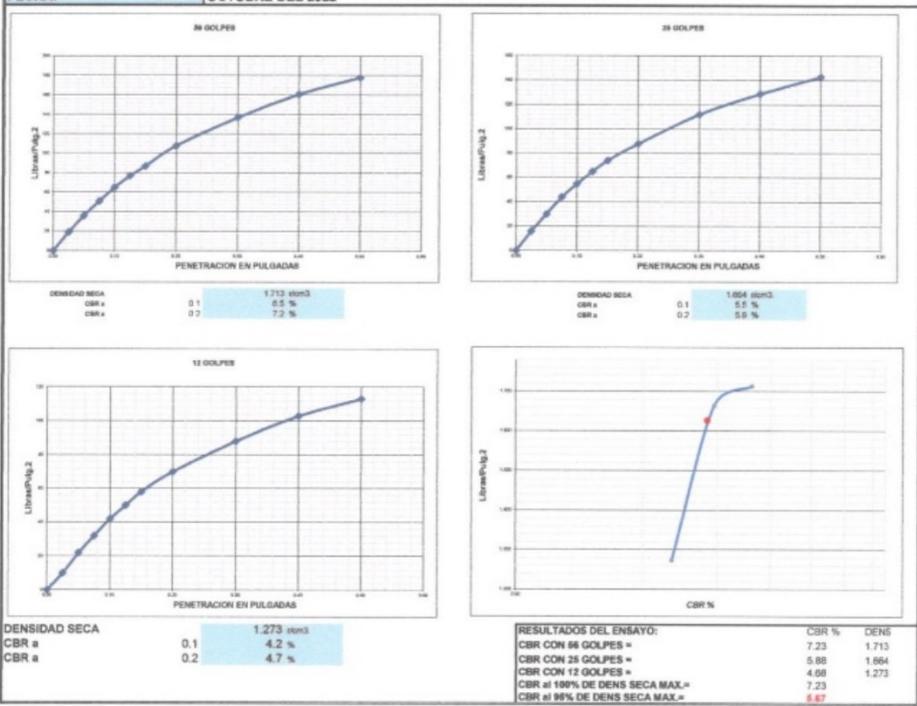
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/10/2022	10:30:00	24h	51	51	0.44	63	63	0.54	70	70	0.60
16/10/2022	10:30:00	48h	79	79	0.88	92	92	0.79	102	102	0.88
17/10/2022	10:30:00	72h	92	92	0.79	111	111	0.95	138	138	1.19
18/10/2022	10:30:00	96h	143	143	1.23	149	149	1.28	180	180	1.55

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03		
		LIBRAS	LMPqg.2.			LIBRAS	LMPqg.2.			LIBRAS	LMPqg.2.	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	9	27.8	12.3	19.0	5	47.0	15.7	16.0	3	31.4	10.5	10.0
0.05	11	188.4	36.1	36.0	9	69.5	29.8	30.0	8	65.0	21.7	22.0
0.08	15	151.7	50.6	51.0	13	130.9	43.6	44.0	10	95.6	31.9	32.0
0.10	19	195.3	65.0	65.0	17	166.0	55.3	55.0	12	124.8	41.6	42.0
0.13	23	231.2	77.3	77.0	19	195.5	65.3	65.0	15	130.2	50.1	50.0
0.15	26	260.1	86.7	87.0	22	222.3	74.1	74.0	17	173.3	57.8	58.0
0.20	32	325.1	108.4	108.0	26	264.7	98.2	98.0	21	210.7	70.2	70.0
0.30	41	411.9	137.3	137.0	33	334.8	111.6	112.0	26	264.5	86.3	86.0
0.40	48	484.1	161.4	161.0	39	388.3	129.4	129.0	31	307.8	102.6	102.0
0.50	53	534.7	178.2	178.0	43	428.8	142.9	143.0	34	339.2	113.1	113.0


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

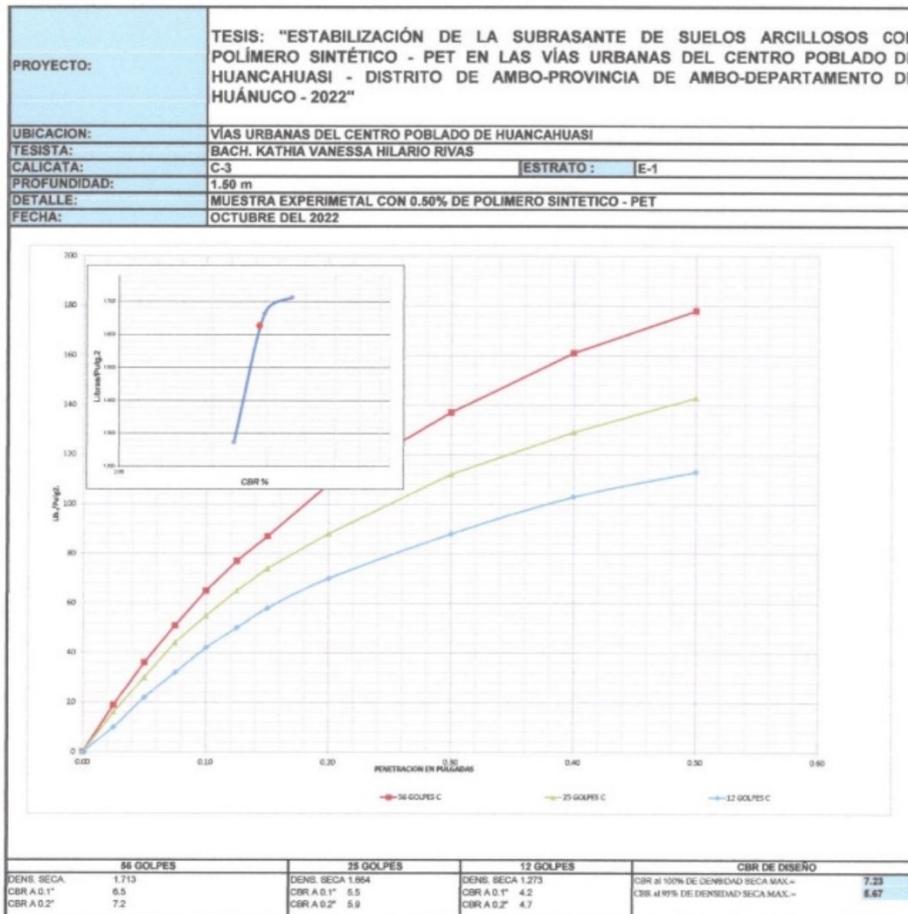

 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-3 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022




 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839




 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "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"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	UBICACION:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2063
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	35	27	15
Suelo Húmedo + Tarro	26.84	26.48	28.79
Suelo seco + Tarro	21.33	20.95	22.29
Peso de Tarro	11.31	11.23	11.22
Peso del Agua	5.50	5.52	6.51
Peso de Suelo Seco	10.02	9.72	11.07
HUMEDAD %	54.89	56.80	58.80
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	17.81	18.26	
Suelo seco + Tarro	16.30	16.64	
Peso de Tarro	11.05	11.07	
Peso del Agua	1.50	1.82	
Peso de Suelo Seco	5.25	5.58	
HUMEDAD %	28.66	29.08	
DETALLE	RESULTADOS		
Limite liquido LL	56.69	%	
Limite plastico LP	28.87	%	
Índice plasticidad IP	27.82	%	
CURVA DE FLUIDEZ			
			


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERU
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAHUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-3		ESTRATO:	E-1		
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8925	9298	9999	9379	9073
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2860.32	3230.65	3933.56	3313.98	3008.02
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2631.95	2942.92	3474.99	2886.95	2585.72
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	1.36	1.54	1.87	1.58	1.43
N° DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	347.8	335.8	348.9	346.1	353.6
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	320.9	305.9	308.3	301.5	309.2
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	27.77	29.91	40.68	44.60	48.47
PESO MUESTRA SECA	gr.	320.02	305.88	308.27	301.53	305.16
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.68	9.78	13.20	14.79	15.88
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	1.25	1.40	1.68	1.38	1.24

<p>Densidad seca gr/cm³.</p>	<p>Contenido de Humedad %</p>
---	-------------------------------

Densidad Máxima Seca:	1.717 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	12.31 %
Densidad Máxima húmeda:	1.928 gr/cm ³ .

Eder F. Irribarren Villanueva
 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-3			ESTRATO :			E-1					
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MUESTRA:	13				14				15			
N. GOLPES:	56				25				12			
CONDICION	SEM HUMEDOS		SENERGICO		SEM HUMEDOS		SENERGICO		SEM HUMEDOS		SENERGICO	
Peso del molde + suelo humedo	11821	12146	11824	12128	11085	11358						
Peso del molde	7782	7782	7759	7759	7753	7753						
Peso del suelo humedo	4159	4384	4065	4369	3312	3605						
Volumen del sueto	2124	2124	2120	2120	2130	2130						
Densidad humeda	1.96	2.06	1.92	2.06	1.55	1.69						
Humedad	12.34%				12.47%				12.24%			
Densidad seca	1.717				1.678				1.365			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	204.8	232.6			199.8	214.7			207.3	211.7		
Peso tara + suelo seco	182.1	207.3			178.2	190.3			184.4	188.9		
Peso del agua	22.70	25.30	0.00	0.00	21.60	24.40	0.00	0.00	22.90	22.80	0.00	0.00
Peso de los solidos	182.10	207.30	0.00	0.00	178.20	190.30	0.00	0.00	184.40	188.90	0.00	0.00
Humedad	12.47	12.20			12.12	12.82			12.42	12.07		
Humedo de humedad	12.34%				12.47%				12.24%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSION			LECTURA			EXPANSION		
			DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%
15/10/2022	8am-9am	1 hora	55	55	0.47	69	69	0.59	74	74	0.64			
16/10/2022	9am-11am	2 horas	72	72	0.82	79	79	0.68	82	82	0.70			
17/10/2022	11am-4pm	4 horas	99	99	0.85	110	110	0.94	105	105	0.90			
18/10/2022	4pm-11am	19 horas	137	137	1.18	152	152	1.31	161	161	1.38			

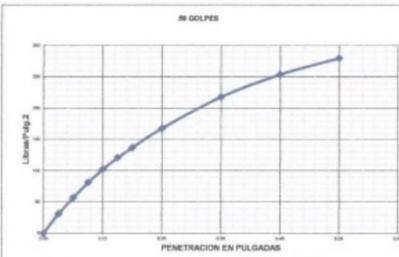
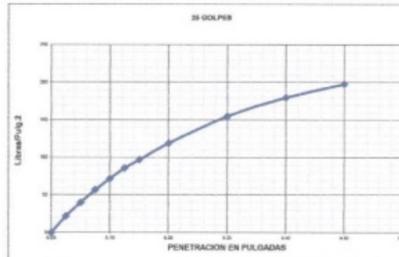
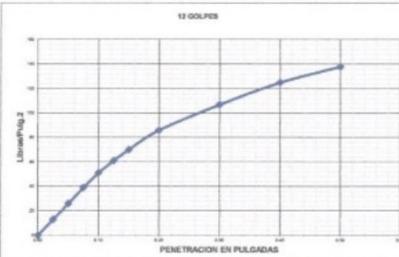
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			MUESTRA N° 02			MUESTRA N° 03			
		LIBRAS	Lb/Pulg.2	LECTURA DIAL	LIBRAS	Lb/Pulg.2	LECTURA DIAL	LIBRAS	Lb/Pulg.2	LECTURA DIAL	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0.03	9	92.4	36.8	51.0	7	65.5	23.8	22.0	4	38.2	12.7
0.05	17	176.6	56.9	57.0	12	120.9	46.3	40.0	8	79.2	26.4
0.08	24	241.7	86.6	61.0	17	171.3	57.1	57.0	12	116.5	38.8
0.10	30	305.7	101.9	102.0	22	216.7	72.2	72.0	15	132.1	50.7
0.13	36	362.5	120.8	121.0	26	237.0	85.7	86.0	18	163.0	61.0
0.15	41	412.3	137.4	137.0	29	262.3	97.4	97.0	21	211.2	70.4
0.20	50	504.7	168.2	168.0	36	337.8	119.3	119.0	26	256.8	85.6
0.30	65	654.0	218.0	218.0	48	463.6	154.5	155.0	32	332.4	107.5
0.40	78	786.6	253.9	254.0	54	539.2	179.7	180.0	37	375.1	125.0
0.50	84	838.8	279.6	280.0	59	594.6	198.2	198.0	41	413.4	137.8


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

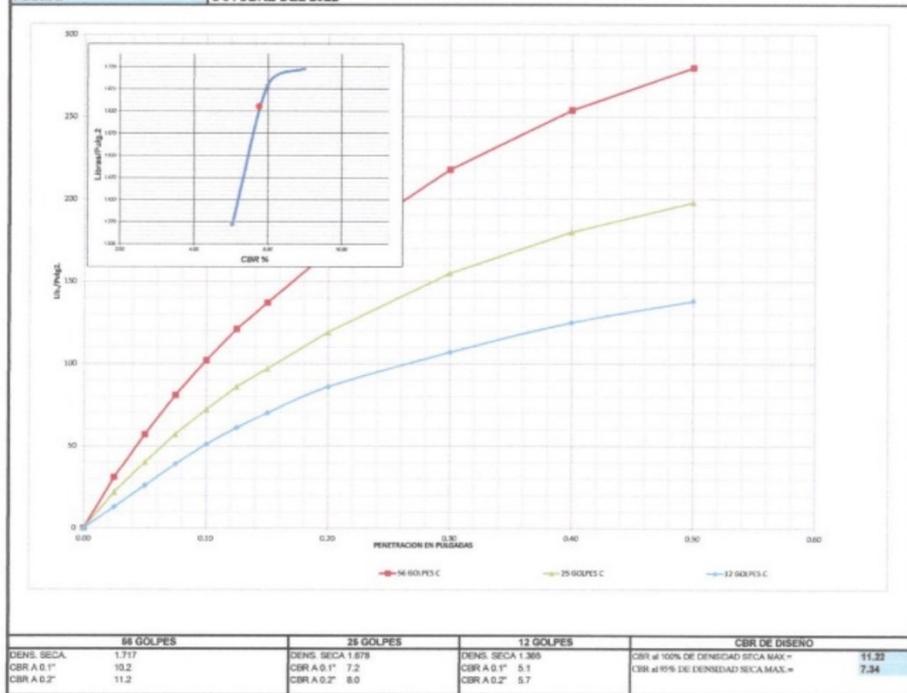
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"																									
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI																									
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS																									
CALICATA:	C-3	ESTRATO: E-1																								
PROFUNDIDAD:	1.60 m																									
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET																									
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022																									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">86 GOLPES</p>  <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">DENSIDAD SECA</td> <td>1.717 (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.1</td> <td>93.2 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.2</td> <td>11.2 %</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>  <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">DENSIDAD SECA</td> <td>1.678 (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.1</td> <td>7.2 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.2</td> <td>8.0 %</td> </tr> </table> </div> </div>			DENSIDAD SECA		1.717 (g/cm ³)	CBR _a	0.1	93.2 %	CBR _a	0.2	11.2 %	DENSIDAD SECA		1.678 (g/cm ³)	CBR _a	0.1	7.2 %	CBR _a	0.2	8.0 %						
DENSIDAD SECA		1.717 (g/cm ³)																								
CBR _a	0.1	93.2 %																								
CBR _a	0.2	11.2 %																								
DENSIDAD SECA		1.678 (g/cm ³)																								
CBR _a	0.1	7.2 %																								
CBR _a	0.2	8.0 %																								
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>  <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">DENSIDAD SECA</td> <td>1.365 (g/cm³)</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.1</td> <td>5.1 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>0.2</td> <td>5.7 %</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">RESULTADOS DEL ENSAYO:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CBR CON 86 GOLPES =</td> <td>11.22</td> <td>1.717</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td>7.95</td> <td>1.678</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>5.73</td> <td>1.365</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>11.22</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>7.34</td> <td></td> </tr> </table> </div> </div>			DENSIDAD SECA		1.365 (g/cm ³)	CBR _a	0.1	5.1 %	CBR _a	0.2	5.7 %	CBR CON 86 GOLPES =	11.22	1.717	CBR CON 25 GOLPES =	7.95	1.678	CBR CON 12 GOLPES =	5.73	1.365	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	11.22		CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.34	
DENSIDAD SECA		1.365 (g/cm ³)																								
CBR _a	0.1	5.1 %																								
CBR _a	0.2	5.7 %																								
CBR CON 86 GOLPES =	11.22	1.717																								
CBR CON 25 GOLPES =	7.95	1.678																								
CBR CON 12 GOLPES =	5.73	1.365																								
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	11.22																									
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.34																									


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA NILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	UBICACIÓN:	E: 366812 N: 8883995 Z: 2091
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO: 1.50 m	
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	35	24	15
Suelo Húmedo + Tarro	27.74	31.21	26.87
Suelo seco + Tarro	22.82	25.02	21.67
Peso de Tarro	11.37	11.35	11.01
Peso del Agua	4.92	6.19	5.21
Peso de Suelo Seco	11.45	13.67	10.65
HUMEDAD %	42.95	45.31	48.89

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.24	17.88
Suelo seco + Tarro	16.62	16.24
Peso de Tarro	11.10	11.01
Peso del Agua	1.61	1.64
Peso de Suelo Seco	5.52	5.23
HUMEDAD %	29.22	31.35

DETALLE	RESULTADOS
Límite líquido LL	45.21 %
Límite plástico LP	30.29 %
Índice plasticidad IP	14.93 %

CURVA DE FLUIDEZ




Eder E. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERU
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA	
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-3 ESTRATO: E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 8911 9194 9828 9596 9048
PESO DEL MOLDE	gr. 6065.00 6065.00 6065.00 6065.00 6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr. 2846.00 3129.92 3763.28 3531.46 2983.20
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ . 2099.00 2099.00 2099.00 2099.00 2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr. 2591.95 2826.55 3366.51 3084.12 2573.25
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ . 1.38 1.49 1.79 1.69 1.42
Nº DE TARA	1 2 3 4 5
DETERMINACIÓN	HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr. 413.3 523.8 484.5 486.3 471.9
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr. 376.4 473.0 415.5 407.2 407.1
PESO DE LA TARA	gr. 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
PESO DEL AGUA	gr. 36.89 50.80 68.97 79.07 64.85
PESO MUESTRA SECA	gr. 376.38 472.97 415.52 407.22 407.07
CONTENIDO DE HUMEDAD	% 9.80 10.69 11.79 14.50 15.93
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ . 1.23 1.35 1.60 1.47 1.23

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO

Densidad Máxima Seca:	1.724 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	12.90 %
Densidad Máxima húmeda:	1.946 gr/cm ³ .

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP. 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO: TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"
UBICACION: VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI
TESISTA: BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA: C-3 **ESTRATO:** E-1
PROFUNDIDAD: 1.50 m
DETALLE: MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET
FECHA: OCTUBRE DEL 2022

MOLDE	7				8				9			
N. GOLPES	56				28				12			
CONDICION	EN SUMERGIDO		SOMERGEDO		EN SUMERGIDO		SOMERGEDO		EN SUMERGIDO		SOMERGEDO	
Peso del molde + suelo húmedo	10345		10357		11806		12014		9544		9598	
Peso del molde	6074		6074		7333		7333		6506		6506	
Peso del suelo húmedo	4271		4283		4473		4681		3038		3192	
Volumen del molde	2157		2157		2119		2119		2135		2135	
Densidad húmeda	1.98		1.99		1.92		2.11		1.42		1.50	
Humedad	12.94%				12.93%				12.99%			
Densidad seca	1.724				1.674				1.738			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo húmedo	280.3	285.1			255.8	231.5			221.4	374.8		
Peso tara + suelo seco	249.3	233.7			228.4	205.1			195.9	331.8		
Peso del agua	31.00	31.40	0.00	0.00	29.40	28.40	0.00	0.00	25.50	43.00	0.00	0.00
Peso de los sólidos	249.30	233.70	0.00	0.00	228.40	205.10	0.00	0.00	195.90	331.80	0.00	0.00
humedad	12.43	13.44			12.89	12.87			13.02	12.97		
Humedad	12.94%				12.93%				12.99%			

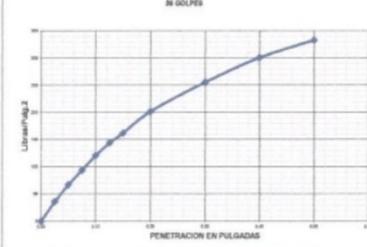
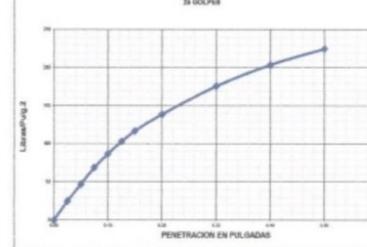
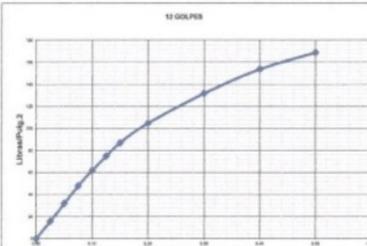
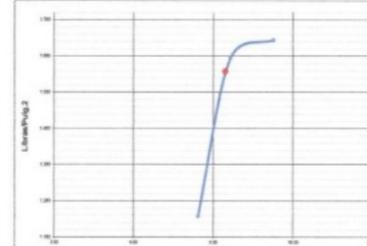
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/10/2022	10:30:00	24h	45	45	0.39	49	49	0.42	56	56	0.48
16/10/2022	10:30:00	48h	65	65	0.56	74	74	0.64	85	85	0.73
17/10/2022	10:30:00	72h	85	85	0.73	88	88	0.78	92	92	0.79
18/10/2022	10:30:00	96h	119	119	1.02	124	124	1.06	139	139	1.19

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01		LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02		MUESTRA N° 03					
		LIBRAS	LMPulg.2		LIBRAS	LMPulg.2	LIBRAS	LMPulg.2				
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0		
0.03	11	39.0	36.0	36.0	7	74.1	34.7	25.0	5	47.0	33.7	36.0
0.06	20	283.4	87.5	87.0	14	143.9	47.0	47.0	10	97.3	32.4	32.0
0.09	28	283.4	94.5	94.0	21	306.3	68.8	69.0	14	143.2	47.7	48.0
0.10	36	364.3	121.4	121.0	28	263.5	87.2	87.0	19	186.9	62.3	62.0
0.13	43	431.8	143.9	144.0	31	308.0	102.7	103.0	22	325.0	75.0	75.0
0.15	48	485.8	161.9	162.0	35	350.1	116.7	117.0	26	329.6	86.5	87.0
0.20	60	607.2	202.4	202.0	42	477.0	139.0	139.0	31	311.6	105.2	105.0
0.30	77	769.2	258.4	258.0	53	527.4	175.3	176.0	39	396.1	132.0	132.0
0.40	95	954.1	323.4	323.0	61	611.8	223.9	224.0	48	461.0	151.7	154.0
0.50	99	958.6	332.9	333.0	67	679.6	225.2	225.0	51	508.0	169.1	169.0


Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

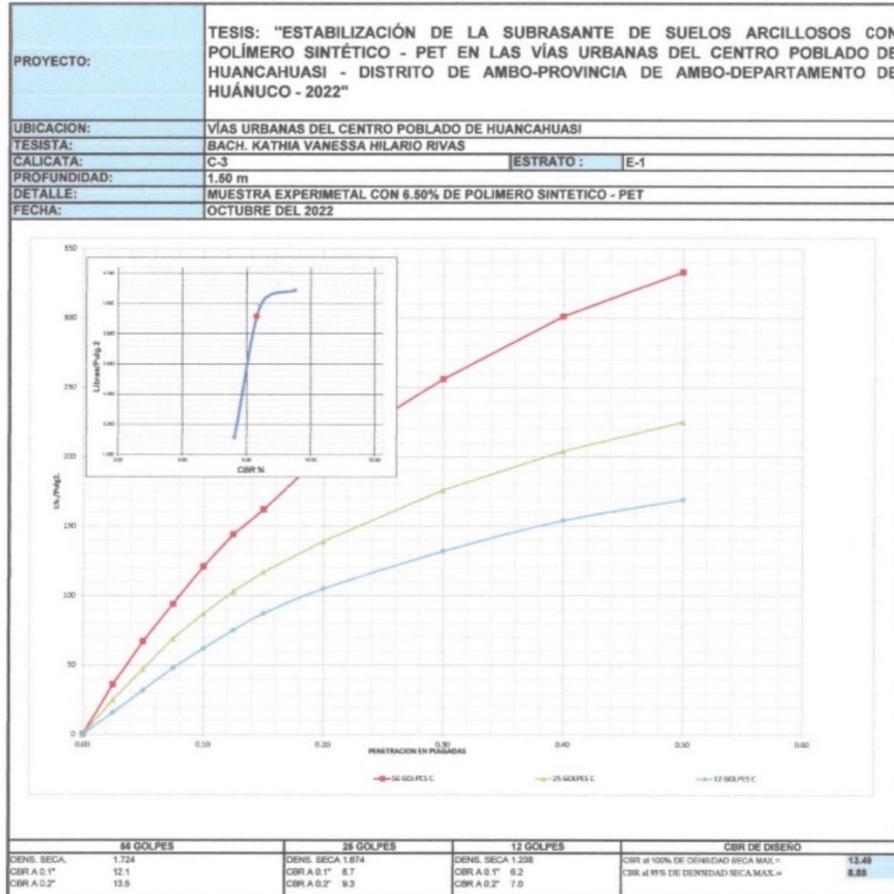
URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
	28 GOLPES	28 GOLPES	
			
DENSIDAD SECA	1.236 g/cm ³		1.616 g/cm ³
CBR_a	6.2 %		8.7 %
CBR_b	7.0 %		9.9 %
	12 GOLPES		CBR %
			
DENSIDAD SECA	1.236 g/cm ³		
CBR_a	6.2 %		
CBR_b	7.0 %		
			RESULTADOS DEL ENSAYO:
			CBR % DENS
			CBR CON 28 GOLPES = 13.40 1.724
			CBR CON 25 GOLPES = 9.27 1.674
			CBR CON 12 GOLPES = 7.01 1.238
			CBR al 100% DE DENS SECA MAX. = 13.40
			CBR al 99% DE DENS SECA MAX. = 8.88


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CID- 79639

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	UBICACIÓN:	E: 366851 N: 8884095 Z: 2078
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	36	23	16
Suelo Húmedo + Tarro	28.50	25.98	27.28
Suelo seco + Tarro	23.43	21.56	22.32
Peso de Tarro	11.34	11.33	11.24
Peso de Agua	5.07	4.42	4.96
Peso de Suelo Seco	12.09	10.23	11.07
HUMEDAD %	41.90	43.18	44.83

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.98	17.49
Suelo seco + Tarro	16.32	15.82
Peso de Tarro	10.99	10.51
Peso de Agua	1.66	1.67
Peso de Suelo Seco	5.33	5.32
HUMEDAD %	31.13	31.37

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	43.11	%
Límite plástico LP	31.25	%
Índice plasticidad IP	11.86	%

CURVA DE FLUIDEZ

Legend: — "Curva de Fluidos" ■ "LL de golpes"


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA	
PROYECTO:	TESIS: "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"
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS
CALICATA:	C-3 ESTRATO : E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	gr. 8895 9309 9827 9424 9045
PESO DEL MOLDE	gr. 6045.00 6065.00 6065.00 6065.00 6065.00
PESO MUESTRA HUMEDA	gr. 2850.17 3243.78 3761.65 3358.99 2980.48
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ . 2099.00 2099.00 2099.00 2099.00 2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr. 2541.98 2886.35 3324.15 2891.32 2544.43
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ . 1.35 1.55 1.79 1.60 1.42
Nº DE TARA	1 2 3 4 5
DETERMINACIÓN	HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD
PESO MUEST. HUMEDA + TARA	gr. 368.7 323.2 342.3 327.8 333.9
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr. 331.2 287.8 302.5 282.0 285.0
PESO DE LA TARA	gr. 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
PESO DEL AGUA	gr. 37.55 35.41 39.81 45.81 48.85
PESO MUESTRA SECA	gr. 331.18 287.77 302.46 282.00 285.05
CONTENIDO DE HUMEDAD	% 11.34 12.31 13.16 16.18 17.14
DENSIDAD SECA	gr/c ³ . 1.21 1.38 1.58 1.38 1.21
GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO	
	
Densidad Máxima Seca:	1.703 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	14.33 %
Densidad Máxima húmeda:	1.947 gr/cm ³ .


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leopoldo Villanueva Abal
 QIP: 76609

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-3				ESTRATO :				E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE:	10				11				12			
N. GOLPES:	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	11851		11937		10335		10518		8902		8978	
Peso del molde	7673		7878		6258		6258		6145		6145	
Peso del suelo humedo	4178		4264		4077		4260		2757		2833	
Volumen del molde	2100		2100		2136		2136		2140		2140	
Densidad humeda	1.99		2.03		1.91		1.99		1.29		1.32	
Humedad	14.27%				14.35%				14.38%			
Densidad seca	1.796				1.635				1.103			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	315.4	326.8			354.1	302.8			345.1	327.9		
Peso tara + suelo seco	275.9	286.1			309.3	285.1			302.0	286.4		
Peso del agua	38.50	40.70	0.00	0.00	44.80	37.70	0.00	0.00	43.10	41.50	0.00	0.00
Peso de los solidos	275.90	286.10	0.00	0.00	309.30	285.10	0.00	0.00	302.00	286.40	0.00	0.00
Humedad	14.32	14.23			14.48	14.22			14.27	14.49		
Humedad	14.27%				14.35%				14.38%			

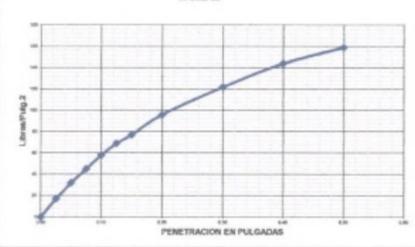
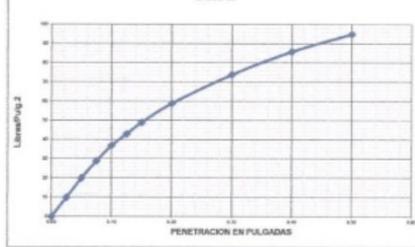
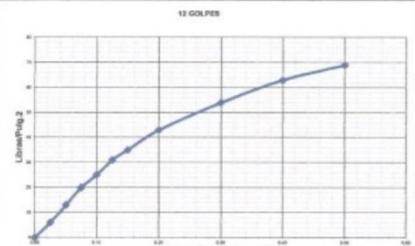
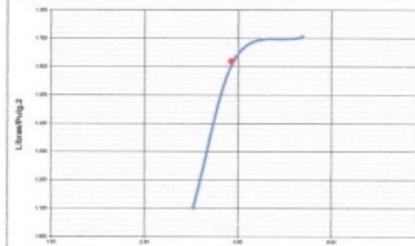
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/10/2022	10:30:00	24h	74	0.84		95	0.82		105	105	0.90
16/10/2022	10:30:00	48h	85	0.73		105	0.90		135	135	1.16
17/10/2022	10:30:00	72h	101	0.87		121	1.04		165	165	1.42
18/10/2022	10:30:00	96h	150	1.29		185	1.58		209	209	1.80

PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01			LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02			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	5	31.5	17.2	17.0	3	31.4	10.5	10.0	2	19.2	6.4	6.0
0.05	10	86.5	32.2	32.0	6	59.7	19.9	20.0	4	39.8	13.3	13.0
0.08	13	133.1	45.0	45.0	9	87.4	29.1	29.0	6	58.6	19.5	20.0
0.10	17	173.7	57.9	58.0	11	110.8	36.9	37.0	8	76.5	25.5	25.0
0.13	20	205.8	68.6	69.0	13	130.5	43.5	43.0	9	92.1	30.7	31.0
0.15	23	231.6	77.2	77.0	15	148.3	49.4	49.0	11	106.2	35.4	35.0
0.20	29	289.5	96.5	96.0	19	175.6	58.9	59.0	13	129.1	43.0	43.0
0.30	37	366.6	122.2	122.0	22	223.4	74.5	74.0	16	162.1	54.0	54.0
0.40	43	433.0	143.7	144.0	26	259.1	86.4	86.0	19	188.7	63.9	63.0
0.50	47	476.0	158.7	159.0	28	286.2	95.4	95.0	21	207.9	69.3	69.0

Eder F. Irribarren Villanueva
Eder F. Irribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP: 78899

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"																													
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI																													
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS																													
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E-1																											
PROFUNDIDAD:	1.50 m																													
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET																													
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022																													
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">39 GOLPES</p>  <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td>0.1</td><td>1.706 g/cm³</td></tr> <tr><td>CBR_a</td><td>0.2</td><td>5.8 %</td></tr> <tr><td>CBR_b</td><td></td><td>5.4 %</td></tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">39 GOLPES</p>  <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td>0.1</td><td>1.025 g/cm³</td></tr> <tr><td>CBR_a</td><td>0.2</td><td>3.7 %</td></tr> <tr><td>CBR_b</td><td></td><td>3.9 %</td></tr> </table> </div> </div>				DENSIDAD SECA	0.1	1.706 g/cm ³	CBR _a	0.2	5.8 %	CBR _b		5.4 %	DENSIDAD SECA	0.1	1.025 g/cm ³	CBR _a	0.2	3.7 %	CBR _b		3.9 %									
DENSIDAD SECA	0.1	1.706 g/cm ³																												
CBR _a	0.2	5.8 %																												
CBR _b		5.4 %																												
DENSIDAD SECA	0.1	1.025 g/cm ³																												
CBR _a	0.2	3.7 %																												
CBR _b		3.9 %																												
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>  <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr><td>DENSIDAD SECA</td><td>0.1</td><td>1.103 g/cm³</td></tr> <tr><td>CBR_a</td><td></td><td>2.5 %</td></tr> <tr><td>CBR_b</td><td>0.2</td><td>2.9 %</td></tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CBR %</p>  <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr><td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td><td>CBR %</td><td>DENS</td></tr> <tr><td>CBR CON 39 GOLPES =</td><td>6.43</td><td>1.706</td></tr> <tr><td>CBR CON 39 GOLPES =</td><td>3.93</td><td>1.025</td></tr> <tr><td>CBR CON 12 GOLPES =</td><td>2.87</td><td>1.103</td></tr> <tr><td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td><td>6.43</td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 85% DE DENS SECA MAX.=</td><td>3.86</td><td></td></tr> </table> </div> </div>				DENSIDAD SECA	0.1	1.103 g/cm ³	CBR _a		2.5 %	CBR _b	0.2	2.9 %	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 39 GOLPES =	6.43	1.706	CBR CON 39 GOLPES =	3.93	1.025	CBR CON 12 GOLPES =	2.87	1.103	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	6.43		CBR al 85% DE DENS SECA MAX.=	3.86	
DENSIDAD SECA	0.1	1.103 g/cm ³																												
CBR _a		2.5 %																												
CBR _b	0.2	2.9 %																												
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																												
CBR CON 39 GOLPES =	6.43	1.706																												
CBR CON 39 GOLPES =	3.93	1.025																												
CBR CON 12 GOLPES =	2.87	1.103																												
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	6.43																													
CBR al 85% DE DENS SECA MAX.=	3.86																													

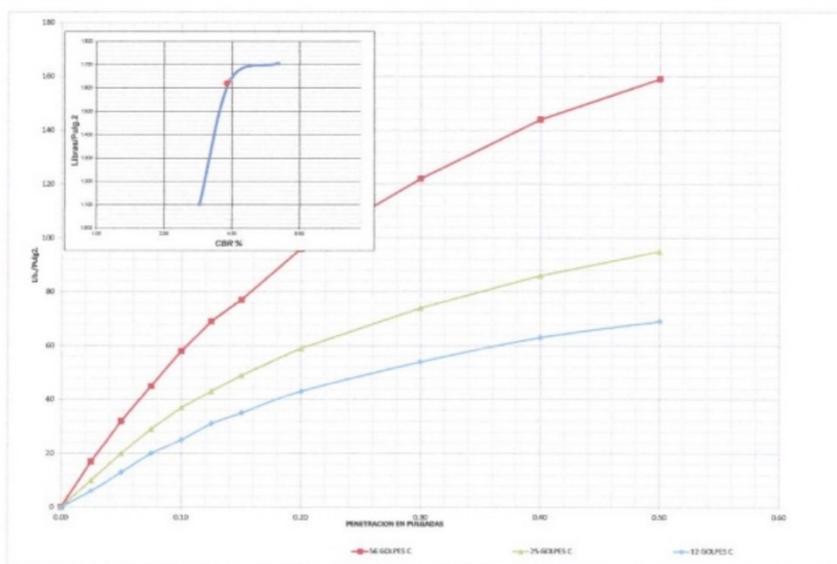

Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.60% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		



	16 GÓLPE	75 GÓLPE	12 GÓLPE	CBR DE DISEÑO
DENS. SECA	1.726	DENS. SECA 1.825	DENS. SECA 1.103	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.= 6.43
CBR A 0.1"	5.8	CBR A 0.1" 3.7	CBR A 0.1" 2.5	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX.= 3.8
CBR A 0.2"	6.4	CBR A 0.2" 3.9	CBR A 0.2" 2.9	


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

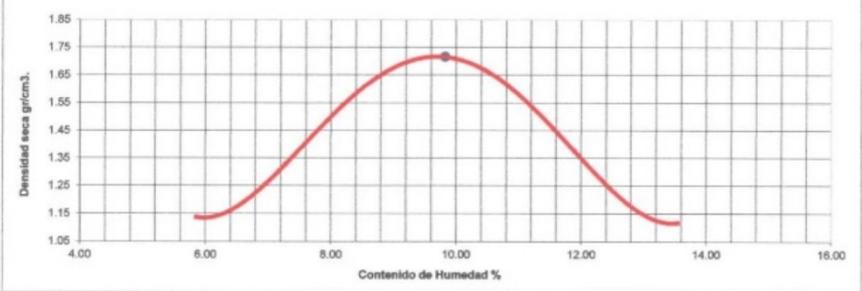
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-4	UBICACIÓN:	E: 367233 N: 8883488 Z: 2051
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	35	24	16
Suelo Húmedo + Tarro	28.79	28.14	29.81
Suelo seco + Tarro	23.57	22.91	23.93
Peso de Tarro	11.32	11.08	11.25
Peso del Agua	5.23	5.23	5.88
Peso de Suelo Seco	12.24	11.83	12.68
HUMEDAD %	42.68	44.23	46.41
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	18.69	18.41	
Suelo seco + Tarro	16.77	16.58	
Peso de Tarro	10.92	10.90	
Peso del Agua	1.92	1.83	
Peso de Suelo Seco	5.85	5.68	
HUMEDAD %	32.90	32.21	
DETALLE	RESULTADOS		
Límite líquido LL	44.20	%	
Límite plástico LP	32.56	%	
Índice plasticidad IP	11.64	%	
CURVA DE FLUIDEZ			
Humedad (%)			


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA							
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"						
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI						
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS						
CALICATA:	C-4	ESTRATO:			E-1		
PROFUNDIDAD:	1.50 m						
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET						
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022						
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8993	8957	8921	8299	8730	
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2927.71	2992.08	3886.34	3233.03	2664.87	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2387.95	2789.10	3499.94	2889.36	2347.00	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.20	1.43	1.84	1.54	1.27	
Nº DE TARA		1		2		3	
DETERMINACIÓN		HUMEDAD		HUMEDAD		HUMEDAD	
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	521.8	504.7	523.8	518.9	532.9	
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	492.2	470.5	474.1	463.8	469.4	
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DEL AGUA	gr.	28.81	34.24	49.64	55.16	63.57	
PESO MUESTRA SECA	gr.	492.22	470.47	474.14	463.78	469.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.85	7.28	10.47	11.89	13.54	
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.14	1.33	1.67	1.38	1.12	

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Densidad Máxima Seca:</td> <td>1.717 gr/cm³.</td> </tr> <tr> <td>Humedad Óptima:</td> <td>9.82 %</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima húmeda:</td> <td>1.886 gr/cm³.</td> </tr> </table>	Densidad Máxima Seca:	1.717 gr/cm ³ .	Humedad Óptima:	9.82 %	Densidad Máxima húmeda:	1.886 gr/cm ³ .
Densidad Máxima Seca:	1.717 gr/cm ³ .						
Humedad Óptima:	9.82 %						
Densidad Máxima húmeda:	1.886 gr/cm ³ .						


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVÍSTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-4			ESTRATO :			E-1					
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE:	4				5				6			
N. GOLPES:	56				25				12			
CONDICION	SW SUMERGIDO		SEMISECO		SW SUMERGIDO		SEMISECO		SW SUMERGIDO		SEMISECO	
Peso del molde + suelo humedo	10126		10225		10122		10355		9247		9533	
Peso del molde	6096		6096		6227		6227		6339		6339	
Peso del suelo humedo	4030		4129		3895		4128		2908		3194	
Volumen del molde	2120		2120		2113		2113		2113		2113	
Densidad humeda	1.90		1.95		1.84		1.95		1.38		1.51	
Humedad	9.89%				9.77%				9.79%			
Densidad seca	1.715				1.663				1.261			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	324.1	335.6			341.5	351.6			362.5	331.8		
Peso tara + suelo seco	296.5	304.3			311.1	320.5			330.5	301.9		
Peso del agua	27.60	31.30	0.00	0.00	30.40	31.30	0.00	0.00	32.00	29.90	0.00	0.00
Peso de los solidos	296.50	304.30	0.00	0.00	311.10	320.50	0.00	0.00	330.50	301.90	0.00	0.00
humedad	9.31	10.29			9.77	9.77			9.68	9.90		
Humedad	9.80%				9.77%				9.79%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL			EXPANSION			LECTURA DIAL			EXPANSION		
			m.m.		%	m.m.		%	m.m.		%	m.m.		%
15/10/2022	10:30:00	24h	82	82	0.53	71	71	0.81	78	78	0.87			
16/10/2022	10:30:00	48h	89	89	0.76	99	99	0.85	115	115	0.89			
17/10/2022	10:30:00	72h	102	102	0.88	114	114	0.96	129	129	1.11			
18/10/2022	10:30:00	96h	141	141	1.21	162	162	1.30	180	180	1.55			

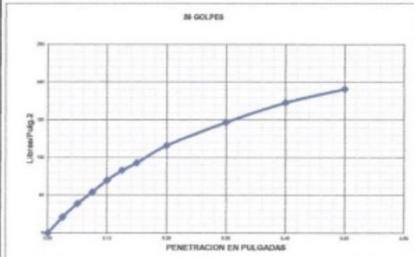
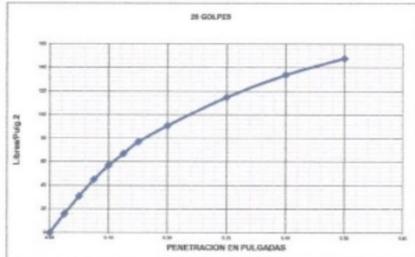
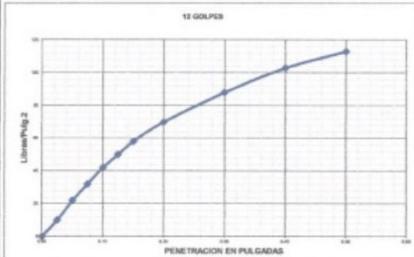
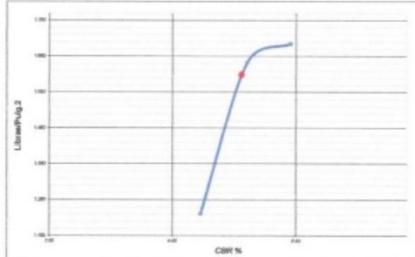
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 01				LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 02				LECTURA DIAL	MUESTRA Nº 03			
		LIBRAS	LibPulg.2				LIBRAS	LibPulg.2				LIBRAS	LibPulg.2		
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	
0.03	6	62.1	35.7	21.0	5	48.6	36.2	16.0	3	31.4	30.5	10.0			
0.05	12	116.4	38.8	39.0	9	92.5	30.8	31.0	6	65.0	21.7	22.0			
0.08	16	162.9	54.3	54.0	13	135.4	45.1	45.0	10	85.6	31.9	32.0			
0.10	21	209.5	69.8	70.0	17	171.7	57.2	57.0	12	124.8	41.6	42.0			
0.13	25	248.3	82.8	83.0	20	202.2	67.4	67.0	15	180.2	50.1	50.0			
0.15	28	279.3	93.1	91.0	23	229.9	76.6	77.0	17	173.3	57.8	56.0			
0.20	35	349.1	118.4	116.0	27	272.7	91.2	91.0	21	218.7	76.2	76.0			
0.30	44	442.2	147.4	147.0	34	346.3	115.4	115.0	26	264.5	88.2	88.0			
0.40	52	519.8	173.3	173.0	40	401.5	133.8	134.0	31	307.8	102.6	103.0			
0.50	57	574.1	191.4	191.0	44	443.3	147.8	148.0	34	339.3	113.1	113.0			


Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-4	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 0.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

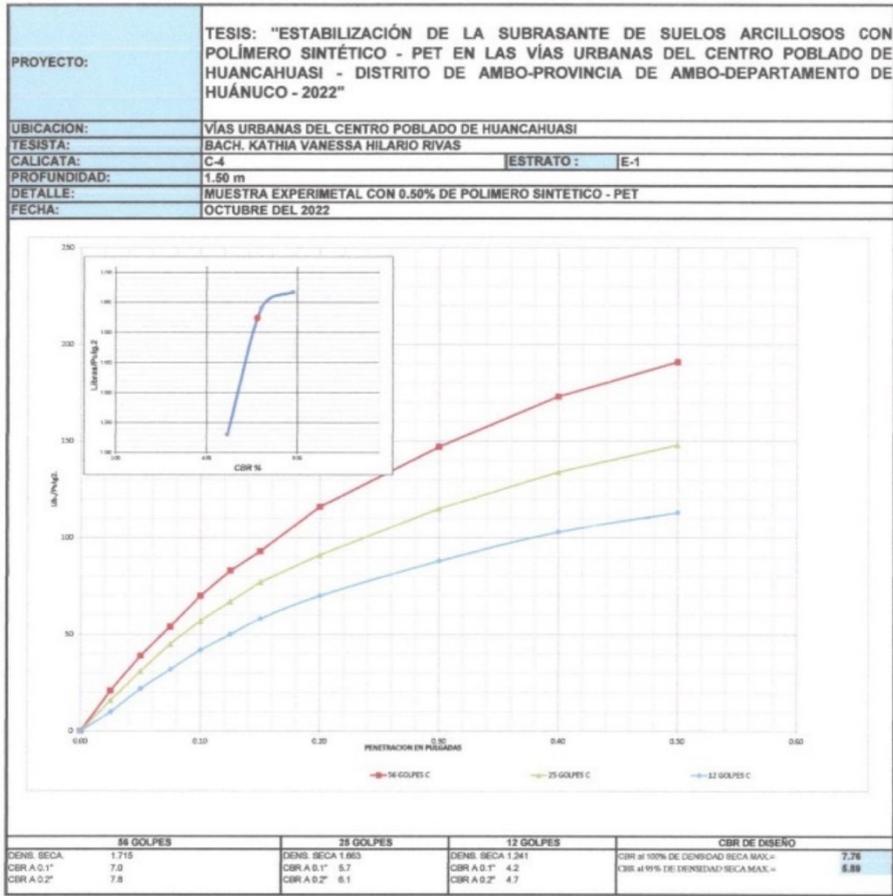
 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>																								
<p>DENSIDAD SECA 1.715 (g/cm³)</p> <p>CBR_a 7.0 %</p> <p>CBR_s 7.8 %</p>	<p>DENSIDAD SECA 1.083 (g/cm³)</p> <p>CBR_a 3.7 %</p> <p>CBR_s 8.1 %</p>																								
 <p style="text-align: center;">10 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																								
<p>DENSIDAD SECA 1.241 (g/cm³)</p> <p>CBR_a 4.2 %</p> <p>CBR_s 4.7 %</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 40 GOLPES =</td> <td></td> <td>7.70</td> <td>1.715</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td></td> <td>6.08</td> <td>1.083</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td></td> <td>4.68</td> <td>1.241</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td></td> <td>7.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=</td> <td></td> <td>6.89</td> <td></td> </tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:		CBR %	DENS	CBR CON 40 GOLPES =		7.70	1.715	CBR CON 25 GOLPES =		6.08	1.083	CBR CON 12 GOLPES =		4.68	1.241	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=		7.70		CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=		6.89	
RESULTADOS DEL ENSAYO:		CBR %	DENS																						
CBR CON 40 GOLPES =		7.70	1.715																						
CBR CON 25 GOLPES =		6.08	1.083																						
CBR CON 12 GOLPES =		4.68	1.241																						
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=		7.70																							
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=		6.89																							


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "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"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-4	UBICACIÓN:	E: 367217 N: 8883340 Z: 2063
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423			
N° DE GOLPES	35	26	15
Suelo Húmedo + Tarro	26.25	25.92	28.21
Suelo seco + Tarro	21.81	21.41	22.74
Peso de Tarro	11.41	11.33	11.31
Peso del Agua	4.44	4.51	5.47
Peso de Suelo Seco	10.40	10.08	11.43
HUMEDAD %	42.65	44.75	47.85
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424			
MUESTRA	01	02	
Suelo Húmedo + Tarro	17.95	18.40	
Suelo seco + Tarro	16.17	16.52	
Peso de Tarro	10.91	10.93	
Peso del Agua	1.78	1.89	
Peso de Suelo Seco	5.26	5.59	
HUMEDAD %	33.80	33.76	
DETALLE	RESULTADOS		
Limite líquido LL	44.81	%	
Limite plástico LP	33.78	%	
Índice plasticidad IP	11.03	%	
CURVA DE FLUIDEZ			
Humedad (%)	No. de golpes		
55			
48			
43			
38			
33			
28			
1	10	100	
———— "Curva de Fluidez" ● "L.L. golpes"			


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA																																																																																											
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"																																																																																										
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI																																																																																										
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS																																																																																										
CALICATA:	C-4 ESTRATO : E-1																																																																																										
PROFUNDIDAD:	1.50 m																																																																																										
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET																																																																																										
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022																																																																																										
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE PESO DEL MOLDE PESO MUESTRA HÚMEDA VOLUMEN DEL MOLDE PESO DE LA MUESTRA SECA DENSIDAD HÚMEDA Nº DE TARA DETERMINACIÓN PESO MUEST. HÚMEDA + TARA PESO MUESTRA SECA + TARA PESO DE LA TARA PESO DEL AGUA PESO MUESTRA SECA CONTENIDO DE HUMEDAD DENSIDAD SECA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gr.</td> <td>8556</td> <td>8985</td> <td>9922</td> <td>9058</td> <td>8657</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>6065.00</td> <td>6065.00</td> <td>6065.00</td> <td>6065.00</td> <td>6065.00</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>2490.93</td> <td>2920.22</td> <td>3857.06</td> <td>2993.03</td> <td>2591.87</td> </tr> <tr> <td>cm³</td> <td>2099.00</td> <td>2099.00</td> <td>2099.00</td> <td>2099.00</td> <td>2099.00</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>2331.78</td> <td>2706.15</td> <td>3517.95</td> <td>2852.46</td> <td>2275.39</td> </tr> <tr> <td>gr/cm³</td> <td>1.19</td> <td>1.39</td> <td>1.84</td> <td>1.43</td> <td>1.23</td> </tr> <tr> <td></td> <td>HUMEDAD</td> <td>HUMEDAD</td> <td>HUMEDAD</td> <td>HUMEDAD</td> <td>HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>489.8</td> <td>471.9</td> <td>483.2</td> <td>486.5</td> <td>497.0</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>457.5</td> <td>437.3</td> <td>440.7</td> <td>431.1</td> <td>436.3</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>31.25</td> <td>34.59</td> <td>42.48</td> <td>55.35</td> <td>60.70</td> </tr> <tr> <td>gr.</td> <td>457.54</td> <td>437.32</td> <td>440.74</td> <td>431.10</td> <td>436.30</td> </tr> <tr> <td>%</td> <td>6.83</td> <td>7.91</td> <td>9.64</td> <td>12.84</td> <td>13.91</td> </tr> <tr> <td>gr/cm³</td> <td>1.11</td> <td>1.29</td> <td>1.88</td> <td>1.26</td> <td>1.08</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	gr.	8556	8985	9922	9058	8657	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	gr.	2490.93	2920.22	3857.06	2993.03	2591.87	cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	gr.	2331.78	2706.15	3517.95	2852.46	2275.39	gr/cm ³	1.19	1.39	1.84	1.43	1.23		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	gr.	489.8	471.9	483.2	486.5	497.0	gr.	457.5	437.3	440.7	431.1	436.3	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	gr.	31.25	34.59	42.48	55.35	60.70	gr.	457.54	437.32	440.74	431.10	436.30	%	6.83	7.91	9.64	12.84	13.91	gr/cm ³	1.11	1.29	1.88	1.26	1.08
	1	2	3	4	5																																																																																						
gr.	8556	8985	9922	9058	8657																																																																																						
gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00																																																																																						
gr.	2490.93	2920.22	3857.06	2993.03	2591.87																																																																																						
cm ³	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00																																																																																						
gr.	2331.78	2706.15	3517.95	2852.46	2275.39																																																																																						
gr/cm ³	1.19	1.39	1.84	1.43	1.23																																																																																						
	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD																																																																																						
gr.	489.8	471.9	483.2	486.5	497.0																																																																																						
gr.	457.5	437.3	440.7	431.1	436.3																																																																																						
gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																						
gr.	31.25	34.59	42.48	55.35	60.70																																																																																						
gr.	457.54	437.32	440.74	431.10	436.30																																																																																						
%	6.83	7.91	9.64	12.84	13.91																																																																																						
gr/cm ³	1.11	1.29	1.88	1.26	1.08																																																																																						
GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO																																																																																											
																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Densidad Máxima Seca:</td> <td>1.724 gr/cm³.</td> </tr> <tr> <td>Humedad Óptima:</td> <td>10.43 %</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima húmeda:</td> <td>1.904 gr/cm³.</td> </tr> </tbody> </table>	Densidad Máxima Seca:	1.724 gr/cm ³ .	Humedad Óptima:	10.43 %	Densidad Máxima húmeda:	1.904 gr/cm ³ .																																																																																					
Densidad Máxima Seca:	1.724 gr/cm ³ .																																																																																										
Humedad Óptima:	10.43 %																																																																																										
Densidad Máxima húmeda:	1.904 gr/cm ³ .																																																																																										


 Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leóhidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALIGATA:	C-4	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.80 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTÚBRE DEL 2022		

MUESTRA.	13				14				15			
	N. GOLPES.				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIDO		SUMERGIDO		SIN SUMERGIDO		SUMERGIDO		SIN SUMERGIDO		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo húmedo	11852		12074		11711		12013		10740		11025	
Peso del molde	7782		7782		7759		7759		7753		7753	
Peso del suelo húmedo	4090		4312		3952		4254		2987		3272	
Volumen del suelo	2124		2124		2120		2120		2130		2130	
Densidad húmeda	1.89		2.03		1.86		2.01		1.40		1.54	
Humedad	10.39%				10.47%				10.44%			
Densidad seca	1.726				1.669				1.256			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo húmedo	328.5	351.4			341.9	332.5			336.8	330.2		
Peso tara + suelo seco	295.7	319.3			309.3	301.2			305.9	306.2		
Peso del agua	31.80	32.10	0.00	0.00	32.60	31.30	0.00	0.00	30.90	33.00	0.00	0.00
Peso de los sólidos	295.70	319.30	0.00	0.00	309.30	301.20	0.00	0.00	305.90	306.20	0.00	0.00
Humedad	10.72	10.05			10.54	10.36			10.10	10.78		
Promedio de humedad	10.39%				10.47%				10.44%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/10/2022	8am-9am	1 hora	48	48	0.41	80	80	0.52	88	88	0.58
16/10/2022	9am-11am	2 horas	66	66	0.57	72	72	0.62	90	90	0.68
17/10/2022	11am-4pm	4 horas	82	82	0.79	95	95	0.82	105	105	0.90
18/10/2022	4pm-11am	19 horas	133	133	1.14	140	140	1.20	159	159	1.37

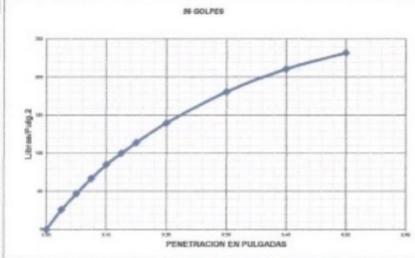
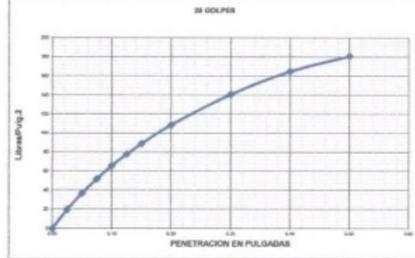
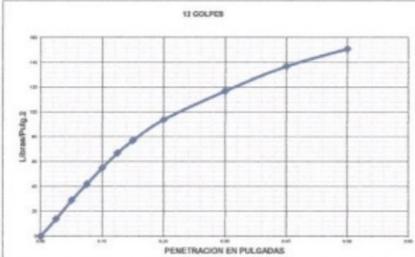
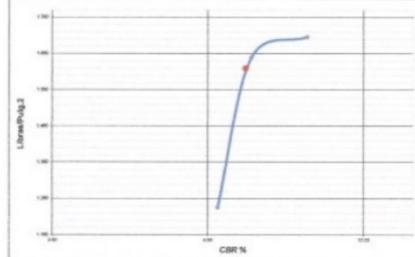
PENETR. PULG.	LECTURA DIAL	MUESTRA N° 01			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 02			LECTURA DIAL	MUESTRA N° 03		
		LIBRAS	LN/Pulg.2			LIBRAS	LN/Pulg.2			LIBRAS	LN/Pulg.2	
0.00	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0
0.03	8	76.8	25.6	26.0	6	60.0	20.0	20.0	4	41.8	13.9	14.0
0.05	14	141.8	47.3	47.0	11	110.7	36.9	37.0	9	76.6	28.9	29.0
0.08	20	206.8	66.9	67.0	16	156.8	52.3	52.0	13	127.3	42.4	42.0
0.10	25	254.0	84.7	85.0	20	198.3	66.1	66.0	17	166.2	55.4	55.0
0.13	30	301.3	100.4	100.0	23	233.3	78.4	78.0	20	200.0	66.7	67.0
0.15	34	342.6	114.2	114.0	27	267.5	89.2	89.0	23	230.8	76.9	77.0
0.20	42	419.4	139.3	140.0	33	327.5	109.2	109.0	28	280.6	93.5	94.0
0.30	54	543.5	181.2	181.0	42	424.4	141.5	141.0	35	352.3	117.4	117.0
0.40	63	632.1	210.7	211.0	49	493.6	164.5	165.0	41	469.9	156.6	157.0
0.50	69	697.1	232.4	232.0	54	544.3	181.4	181.0	45	451.7	150.6	151.0


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-4	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 3.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

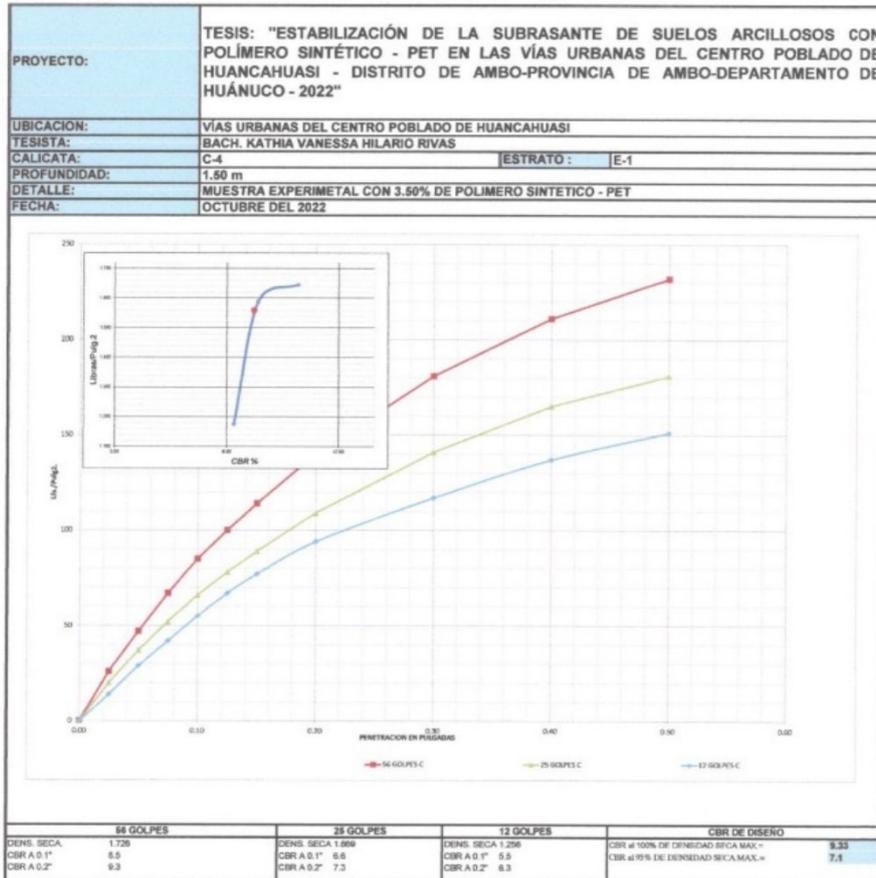
 <p style="text-align: center;">66 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">25 GOLPES</p>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.726 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>9.33 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_b</td> <td>6.33 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.726 g/cm ³	CBR _a	9.33 %	CBR _b	6.33 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.668 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>6.67 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_b</td> <td>7.9 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.668 g/cm ³	CBR _a	6.67 %	CBR _b	7.9 %												
DENSIDAD SECA	1.726 g/cm ³																								
CBR _a	9.33 %																								
CBR _b	6.33 %																								
DENSIDAD SECA	1.668 g/cm ³																								
CBR _a	6.67 %																								
CBR _b	7.9 %																								
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>1.256 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR_a</td> <td>5.5 %</td> </tr> <tr> <td>CBR_b</td> <td>6.3 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	1.256 g/cm ³	CBR _a	5.5 %	CBR _b	6.3 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 66 GOLPES =</td> <td>9.33</td> <td>1.726</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 25 GOLPES =</td> <td>7.26</td> <td>1.668</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>6.37</td> <td>1.256</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>9.33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>7.19</td> <td></td> </tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 66 GOLPES =	9.33	1.726	CBR CON 25 GOLPES =	7.26	1.668	CBR CON 12 GOLPES =	6.37	1.256	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.33		CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.19	
DENSIDAD SECA	1.256 g/cm ³																								
CBR _a	5.5 %																								
CBR _b	6.3 %																								
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																							
CBR CON 66 GOLPES =	9.33	1.726																							
CBR CON 25 GOLPES =	7.26	1.668																							
CBR CON 12 GOLPES =	6.37	1.256																							
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	9.33																								
CBR al 95% DE DENS SECA MAX.=	7.19																								


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Imbabren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVÍSTAR:
 920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "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"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCAHUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-4	ESTRATO :			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLÍMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	9016	9316	9349	9555	9140
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2951.41	3250.76	3784.09	3490.01	3074.60
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2737.97	2999.60	3377.93	3096.96	2695.61
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	1.41	1.55	1.80	1.66	1.46
N° DE TARA	1 2 3 4 5					
DETERMINACIÓN	HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD HUMEDAD					
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	314.5	398.6	360.9	355.8	360.0
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	291.8	366.7	322.1	315.7	315.6
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	22.75	31.90	38.73	40.07	44.37
PESO MUESTRA SECA	gr.	291.80	366.68	322.14	315.71	315.59
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.80	8.76	12.02	12.69	14.06
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	1.39	1.42	1.61	1.48	1.28

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO

Densidad Máxima Seca:	1.727 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	10.91 %
Densidad Máxima húmeda:	1.915 gr/cm ³ .

Esp
Eder F. Irriagarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

[Signature]
Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-4				ESTRATO :				E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE:	7				8				9			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	SIN HUMEDAD		HUMEDAD		SIN HUMEDAD		HUMEDAD		SIN HUMEDAD		HUMEDAD	
Peso del molde + suelo humedo	10257	10268			11516	11521			9544	9599		
Peso del molde	8074	8074			7533	7533			6506	6506		
Peso del suelo humedo	4183	4194			3983	3988			3038	3093		
Volumen del molde	2157	2157			2119	2119			2135	2135		
Densidad humeda	1.94	1.94			1.88	2.07			1.42	1.50		
Humedad	10.95%				10.94%				10.89%			
Densidad seca	1.727				1.674				1.368			
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	347.1	325.8			317.8	325.3			288.3	281.4		
Peso tara + suelo seco	314.7	291.9			286.4	293.1			260.2	253.8		
Peso del agua	32.40	33.90	0.00	0.00	31.20	32.20	0.00	0.00	28.10	27.80	0.00	0.00
Peso de los solidos	314.70	291.90	0.00	0.00	286.40	293.10	0.00	0.00	260.20	253.60	0.00	0.00
Humedad	10.30	11.81			10.89	10.96			10.80	10.96		
Humedad	10.95%				10.94%				10.89%			

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/10/2022	10:30:00	24h	45	45	0.39	49	49	0.42	62	62	0.53
16/10/2022	10:30:00	48h	65	65	0.56	72	72	0.62	84	84	0.72
17/10/2022	10:30:00	72h	81	81	0.70	86	86	0.74	93	93	0.80
18/10/2022	10:30:00	96h	116	116	1.00	121	121	1.04	142	142	1.22

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		
0.03	10	97.0	32.3	32.0	7	68.6	22.9	23.0	4	43.1	14.4
0.05	18	183.8	60.6	61.0	13	130.4	43.5	43.0	9	89.2	29.7
0.08	25	254.5	84.8	85.0	19	190.9	63.6	64.0	13	121.3	43.8
0.10	33	327.3	109.1	109.0	24	242.0	80.7	81.0	17	171.4	57.1
0.13	39	387.9	128.3	129.0	28	285.0	95.0	95.0	21	206.2	68.7
0.15	43	436.4	145.5	145.0	32	323.9	106.0	106.0	24	228.0	79.3
0.20	54	545.5	181.8	182.0	38	385.5	128.6	129.0	29	269.3	86.4
0.30	69	690.9	230.3	230.0	49	489.0	162.7	163.0	38	361.1	113.0
0.40	81	812.1	270.7	271.0	56	565.9	188.6	189.0	42	422.7	140.9
0.50	89	897.0	299.0	299.0	62	625.1	208.4	209.0	46	465.7	155.2

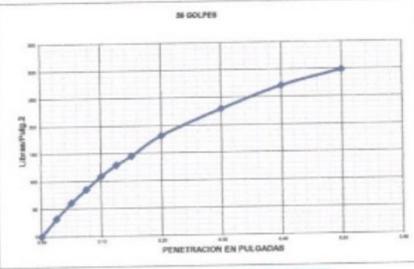
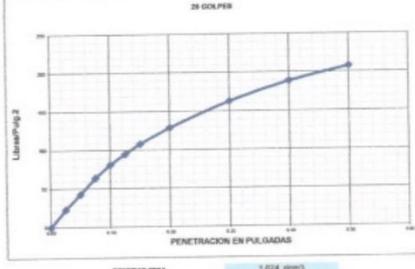
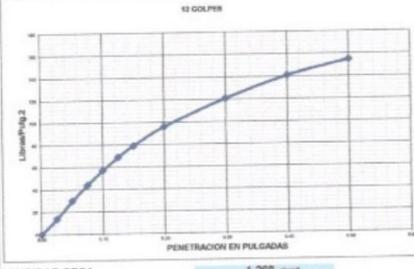
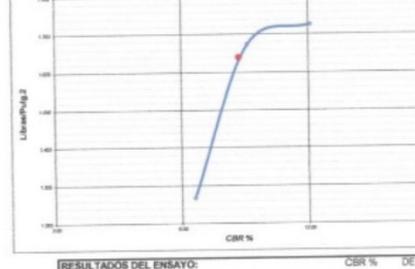

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACIÓN:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALICATA:	C-4	ESTRATO:	E-1
PROFUNDIDAD:	1.50 m		
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 6.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

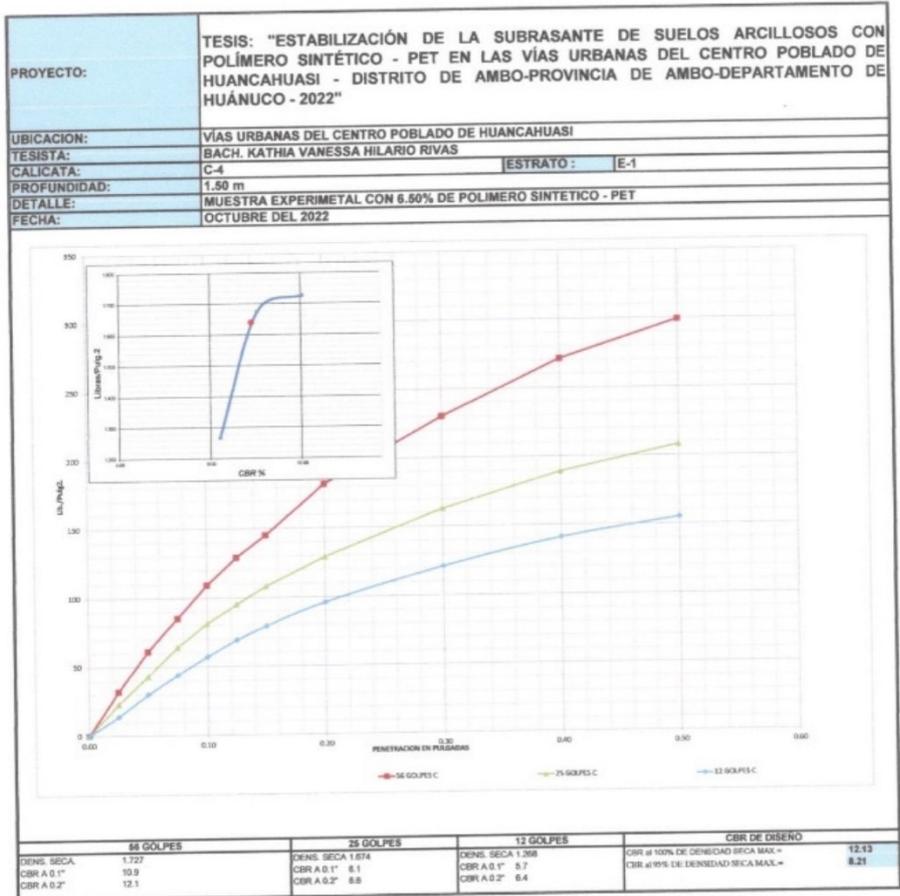
 <p style="text-align: center;">26 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">29 GOLPES</p>																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.1</td> <td>1.727 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR α</td> <td></td> <td>10.9 %</td> </tr> <tr> <td>CBR β</td> <td>0.2</td> <td>12.1 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.1	1.727 g/cm ³	CBR α		10.9 %	CBR β	0.2	12.1 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.1</td> <td>1.674 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR α</td> <td></td> <td>8.1 %</td> </tr> <tr> <td>CBR β</td> <td>0.2</td> <td>8.8 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.1	1.674 g/cm ³	CBR α		8.1 %	CBR β	0.2	8.8 %									
DENSIDAD SECA	0.1	1.727 g/cm ³																										
CBR α		10.9 %																										
CBR β	0.2	12.1 %																										
DENSIDAD SECA	0.1	1.674 g/cm ³																										
CBR α		8.1 %																										
CBR β	0.2	8.8 %																										
 <p style="text-align: center;">12 GOLPES</p>	 <p style="text-align: center;">CBR %</p>																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DENSIDAD SECA</td> <td>0.1</td> <td>1.268 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>CBR α</td> <td></td> <td>5.7 %</td> </tr> <tr> <td>CBR β</td> <td>0.2</td> <td>6.4 %</td> </tr> </table>	DENSIDAD SECA	0.1	1.268 g/cm ³	CBR α		5.7 %	CBR β	0.2	6.4 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>RESULTADOS DEL ENSAYO:</td> <td>CBR %</td> <td>DENS</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 66 GOLPES =</td> <td>12.13</td> <td>1.727</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 29 GOLPES =</td> <td>8.60</td> <td>1.674</td> </tr> <tr> <td>CBR CON 12 GOLPES =</td> <td>6.43</td> <td>1.268</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>12.13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR al 99% DE DENS SECA MAX.=</td> <td>8.21</td> <td></td> </tr> </table>	RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS	CBR CON 66 GOLPES =	12.13	1.727	CBR CON 29 GOLPES =	8.60	1.674	CBR CON 12 GOLPES =	6.43	1.268	CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	12.13		CBR al 99% DE DENS SECA MAX.=	8.21	
DENSIDAD SECA	0.1	1.268 g/cm ³																										
CBR α		5.7 %																										
CBR β	0.2	6.4 %																										
RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR %	DENS																										
CBR CON 66 GOLPES =	12.13	1.727																										
CBR CON 29 GOLPES =	8.60	1.674																										
CBR CON 12 GOLPES =	6.43	1.268																										
CBR al 100% DE DENS SECA MAX.=	12.13																											
CBR al 99% DE DENS SECA MAX.=	8.21																											


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"		
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI		
TESISTA:	BACH. KATHA VANESSA HILARIO RIVAS		
CALCATA:	C-4	UBICACIÓN:	E: 366851 N: 8884095 Z: 2078
ESTRATO:	E-1	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLÍMERO SINTÉTICO - PET		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	36	24	17
Suelo Húmedo + Tarro	28.54	26.02	27.31
Suelo seco + Tarro	23.40	21.53	22.30
Peso de Tarro	11.33	11.33	11.24
Peso del Agua	5.14	4.50	5.00
Peso de Suelo Seco	12.07	10.20	11.06
HUMEDAD %	42.56	44.08	45.26

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	18.03	17.55
Suelo seco + Tarro	16.27	15.74
Peso de Tarro	10.94	10.45
Peso del Agua	1.77	1.81
Peso de Suelo Seco	5.33	5.30
HUMEDAD %	33.22	34.19

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	43.89	%
Límite plástico LP	33.70	%
Índice plasticidad IP	10.19	%

CURVA DE FLUIDEZ

Humedad (%)

No. de golpes

— "Curva de Límite" • "11-09 golpes"


 Eder E. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
920093390

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"					
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI					
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS					
CALICATA:	C-4	ESTRATO:			E-1	
PROFUNDIDAD:	1.50 m					
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8984	9274	9710	9355	8109
PESO DEL MOLDE	gr.	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2918.52	3209.33	3644.93	3289.99	3044.02
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00	2099.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	2649.98	2887.89	3187.98	2881.71	2626.16
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	1.39	1.53	1.74	1.57	1.45
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	388.7	323.2	349.5	327.8	333.8
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	334.7	290.8	305.7	285.0	288.1
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	34.04	32.37	43.81	42.83	45.83
PESO MUESTRA SECA	gr.	334.68	290.81	305.66	284.98	288.08
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.17	11.13	14.33	14.99	15.91
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	1.58	1.38	1.52	1.36	1.25

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO



Densidad Máxima Seca:	1.701 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	13.11 %
Densidad Máxima húmeda:	1.924 gr/cm ³ .


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVÍSTAR:
 920093390

PROYECTO:	TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMERO SINTÉTICO - PET EN LAS VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI - DISTRITO DE AMBO-PROVINCIA DE AMBO-DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2022"											
UBICACION:	VÍAS URBANAS DEL CENTRO POBLADO DE HUANCHAUASI											
TESISTA:	BACH. KATHIA VANESSA HILARIO RIVAS											
CALICATA:	C-4				ESTRATO :				E-1			
PROFUNDIDAD:	1.50 m											
DETALLE:	MUESTRA EXPERIMENTAL CON 9.50% DE POLIMERO SINTETICO - PET											
FECHA:	OCTUBRE DEL 2022											
MOLDE:	10				11				12			
N. GOLPES.	56				25				12			
CONDICION	SIN SUMERGIR			SUMERGIDO			SIN SUMERGIR			SUMERGIDO		
Peso del molde + suelo humedo	11782			11807			10300			10483		
Peso del molde	7873			7873			8258			8258		
Peso del suelo humedo	4109			4194			4042			4225		
Volumen del molde	2100			2100			2136			2140		
Densidad humeda	1.98			2.00			1.89			1.98		
Humedad	13.09%			13.12%			13.12%			13.15%		
Densidad seca	1.701			1.644			1.644			1.628		
IDENTIFICACION DE TARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	286.3	245.1			259.3	281.8			241.3	255.7		
Peso tara + suelo seco	234.7	217.5			227.9	231.9			213.7	225.5		
Peso del agua	31.80	27.80	0.00	0.00	30.40	29.90	0.00	0.00	27.60	30.20	0.00	0.00
Peso de los solidos	234.70	217.50	0.00	0.00	227.90	231.90	0.00	0.00	213.70	225.50	0.00	0.00
Humedad	13.46	12.89			13.34	12.89			12.92	13.39		
Humedad	13.09%			13.12%			13.12%			13.15%		

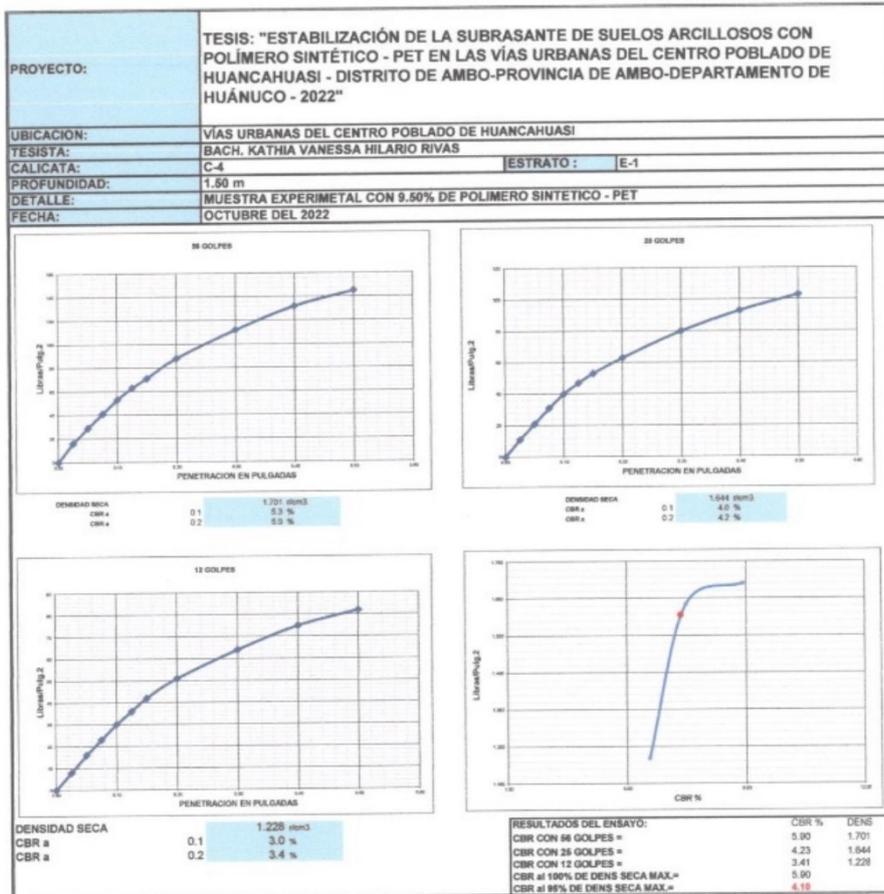
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/10/2022	10:30:00	24h	87	87	0.75	95	95	0.82	121	121	1.04
16/10/2022	10:30:00	48h	95	95	0.82	121	121	1.04	154	154	1.32
17/10/2022	10:30:00	72h	115	115	0.99	135	135	1.16	174	174	1.49
18/10/2022	10:30:00	96h	142	142	1.22	185	185	1.58	252	252	2.18

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	5	47.2	15.7	16.0	1	33.8	11.3	11.0	2	22.9	7.6	8.0
0.05	9	85.5	29.5	29.0	6	64.5	21.4	21.0	5	47.4	15.8	16.0
0.08	12	123.8	41.3	41.0	9	94.1	31.4	31.0	7	69.7	23.2	23.0
0.10	16	159.2	53.1	53.0	12	119.4	39.8	40.0	9	91.0	30.3	30.0
0.13	19	198.7	62.9	63.0	14	140.6	46.9	47.0	11	109.5	36.5	36.0
0.15	21	212.3	70.8	71.0	16	159.8	53.3	53.0	13	126.3	42.1	42.0
0.20	26	265.4	88.5	88.0	19	193.3	63.4	63.0	15	133.6	51.2	51.0
0.30	33	336.1	112.0	112.0	24	240.7	80.2	80.0	19	162.8	64.3	64.0
0.40	39	395.1	131.7	132.0	29	279.1	93.0	93.0	22	224.4	74.8	75.0
0.50	43	436.4	145.5	145.0	31	308.3	102.8	103.0	25	247.3	83.4	82.0


 Eder F. Irribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


 Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP- 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANOUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390

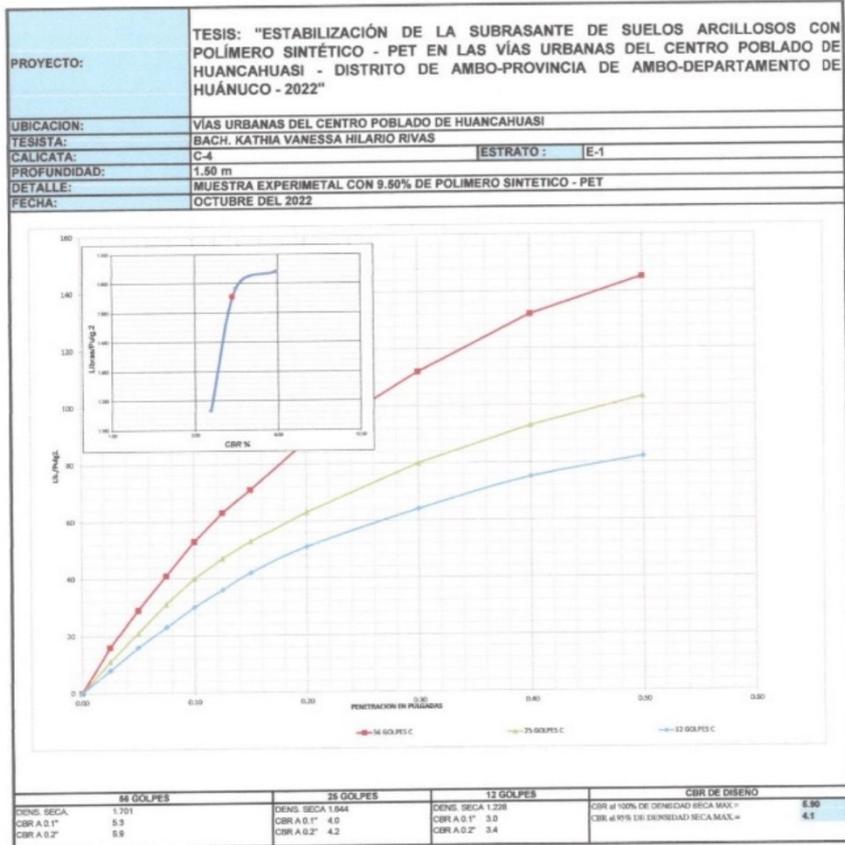



Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA



Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 78839

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP: 75539

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: MOVISTAR:
 920093390