



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Rigidización de la subrasante de la carretera San Francisco -  
Yarinacocha mediante la incorporación de mezcla asfáltica  
reciclada, Ucayali, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Gonzales Saldaña, Jhonatan (orcid.org/0009-0007-5173-197X)

**ASESOR:**

Dr. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CALLAO – PERÚ**

**2024**

## **Dedicatoria**

A mis padres Ladislao y Claire, fuentes de mi inspiración para consolidación mi carrera profesional.

## **Agradecimiento**

A Dios por permitir mis sueños, en esta vida mis metas profesionales.

A mis hermanos, por su apoyo emocional y moral en todo momento.

A mis padres por ser el motor y motivo de ser un profesional en bien de la sociedad.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Rigidización de la subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha mediante la incorporación de Mezcla Asfáltica Reciclada, Ucayali, 2023", cuyo autor es GONZALES SALDAÑA JHONATAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
OLARTE PINARES JORGE RICHARD DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 18-03- 2024 10:45:48

Código documento Trilce: TRI - 0740427



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, GONZALES SALDAÑA JHONATAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Rigidización de la subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha mediante la incorporación de Mezcla Asfáltica Reciclada, Ucayali, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHONATAN GONZALES SALDAÑA DNI: 45907784 ORCID: 0009-0007-5173-197X	Firmado electrónicamente por: JHONATANG el 18-03- 2024 14:16:03

Código documento Trilce: TRI - 0740423

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS.....	32

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Categorías de Subrasante.....	18
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de suelo muestra natural .....	31
<b>Tabla 3.</b> Resumen de resultados de Proctor y CBR.....	37
<b>Tabla 4.</b> Índice de plasticidad incorporando mezcla asfáltica reciclada.....	38
<b>Tabla 5.</b> Valor CBR <sub>P</sub> 10%, 20% y 30% de mezcla asfáltica reciclada.....	41
<b>Tabla 6.</b> Serviciabilidad Inicial (Pi).....	43
<b>Tabla 7.</b> Serviciabilidad Final (Pt).....	43
<b>Tabla 8.</b> Valores del Coeficiente a1.....	44
<b>Tabla 9.</b> Valores del Coeficiente a2.....	44
<b>Tabla 10.</b> Valores del Coeficiente a3.....	45
<b>Tabla 11.</b> Resumen de prueba de normalidad para las variables.....	46
<b>Tabla 12.</b> Grado de asociación de las variables con la adición de Mezcla Asfáltica Reciclada, mediante el coeficiente de correlación Pearson “r”.....	46

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mezcla Astática Reciclada .....	17
<b>Figura 2.</b> Carretera San Francisco - Yarinacocha .....	24
<b>Figura 3.</b> Calicata 01 km 9+400 .....	25
<b>Figura 4.</b> Calicata 02 km 11+700 .....	25
<b>Figura 5.</b> Calicata 03 km 13+500 .....	25
<b>Figura 6.</b> Muestra Natural .....	26
<b>Figura 7.</b> Lugar de extracción de la mezcla asfáltica reciclada .....	26
<b>Figura 8.</b> Muestra de la Mezcla Asfáltica Reciclada .....	27
<b>Figura 9.</b> Granulometría por tamizado .....	28
<b>Figura 10.</b> Formación de Ranura - Casagrande.....	29
<b>Figura 11.</b> Muestra Cilíndrica del Limite Plástico .....	30
<b>Figura 12.</b> Formula de índice de plasticidad .....	30
<b>Figura 13.</b> Distribución de Capas de Suelos Uniformes.....	31
<b>Figura 14.</b> Curva de Relación Densidad Proctor Modificado.....	32
<b>Figura 15.</b> Prueba de penetración para la determinación del CBR .....	34
<b>Figura 16.</b> Mapa político del Perú .....	35
<b>Figura 17.</b> Mapa político del Departamento de Ucayali.....	35
<b>Figura 18.</b> Mapa de la provincia de Coronel Portillo.....	35
<b>Figura 19.</b> Mapa del distrito de Yarinacocha.....	35
<b>Figura 20.</b> Ensayo de CBR incorporación de Mezcla Asfáltica reciclada .....	36
<b>Figura 21.</b> Moldes de CBR (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada.....	36
<b>Figura 22.</b> Valores CBR al 10%, 20%, 30% con Mezcla asfáltica reciclada .....	37
<b>Figura 23.</b> Ensayo de Limite liquido al (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada.....	38
<b>Figura 24.</b> Ensayo de Limite plástico al (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada.....	38



<b>Figura 25.</b> IP (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada .....	38
<b>Figura 28.</b> Valores de espesores por estabilizar .....	41
<b>Figura 29.</b> Diseño de pavimento flexible .....	45

## Resumen

El objetivo general de este trabajo de investigación es rigidizar la subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en la provincia de Ucayali mediante la incorporación de mezclas asfálticas recicladas. Para ello se utilizaron métodos cuantitativos, diseños experimentales e investigación aplicada a nivel cuasiexperimental. Se utilizó como variable independiente la incorporación de mezcla asfáltica reciclada, mientras que como variable dependiente se utilizó la estabilidad del suelo de subrasante para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde específicamente se evaluaron los siguientes parámetros como el valor relativo de diseño del soporte CBR, índice de plasticidad y en última instancia el espesor a estabilizar.

Los resultados obtenidos al incorporar mezcla asfáltica reciclada a arcillas de baja a mediana plasticidad clasificadas según SUCS CL, con un 10%, 20% y 30% de mezcla asfáltica reciclada, incrementaron la capacidad de soporte del suelo blando de subrasante entre un 5,3% y un 6.00%, 7.8% y 10.1%, el índice de plasticidad (IP) del suelo de subrasante disminuyó del 25% al 17%, 13% y 7%, el espesor estable fue de 0.70 cm, con dosificación de 30% de mezcla asfáltica reciclada. Se concluyó que las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha mejoraron con la adición de mezcla asfáltica reciclada.

**Palabras clave:** Rigidización de subrasante, mezcla asfáltica reciclada, propiedades físicas y mecánicas.

## Abstract

The general objective of this research work is to stiffen the subgrade of the San Francisco-Yarinacocha highway in the province of Ucayali by incorporating recycled asphalt mixture. Quantitative methods, experimental designs and applied research at the quasi-experimental level were used. The incorporation of recycled asphalt mix was used as an independent variable, while the stability of the subgrade soil was used as a dependent variable to improve the physical and mechanical properties of the soil, where the following parameters were specifically evaluated, such as the relative design value of the CBR support, plasticity index and ultimately the thickness to be stabilized.

III

The results obtained by incorporating recycled asphalt mix to clays of low to medium plasticity classified according to SUCS CL, with 10%, 20% and 30% of recycled asphalt mix, increased the bearing capacity of the soft soil of the subgrade between 5.3% and 6.00%, 7.8% and 10.1%, the plasticity index (PI) of the soil The subgrade decreased from 25% to 17%, 13% and 7%, the stable thickness was 0.70 cm, with a dosage of 30% of recycled asphalt mix. It was concluded that the physical and mechanical properties of the subgrade soil of the San Francisco-Yarinacocha highway improved with the addition of recycled asphalt mix.

**Keywords:** Subgrade stiffening, recycled asphalt mix, physical and mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

**En el ámbito internacional,** el acceso adecuado a pueblos, ciudades y departamentos ha sido un claro problema en los últimos años, ya que hemos visto fallas periódicas como deformaciones, grietas, desintegración de las vías. Si bien esto es cierto, el Instituto Geográfico Nacional de Estadística señala que el estado de las carreteras en mayoría de los países de Centro y Sudamérica como México, Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú, es muy malo; según encuestas, se han encontrado carreteras estar en condiciones de deterioro, defectuosa, etc., la calzada y la calzada son claramente visibles. En Brasil se pueden encontrar varios tipos de suelo arcilloso o limoso, algunos tipos de suelo no son aptos para la construcción de estructuras, ya que contienen principalmente arcillas con comportamiento de hinchamiento con alto índice de plasticidad, cambiando parámetros como cohesión y ángulo de fricción debido a la reacción con el agua, o incluso alto índice de fluencia y/o plastificación excesiva [1].

**A nivel nacional** tenemos problemas geotécnicos con la construcción de carreteras y aeropuertos en el trópico húmedo del Perú porque los mecanismos que controlan este comportamiento del suelo son más complejos que los que operan en el suelo mismo. La arcilla blanda es un problema para la industria de la construcción por su alta plasticidad y baja capacidad de carga. Los caminos de tierra pegajosos y sin pavimentar tienden a deteriorarse durante la temporada de lluvias, saturándose y erosionándose debido al agua estancada, lo que dificulta el paso de peatones y vehículos y aumenta los costos de transporte. Las construcciones sobre subrasantes arcillosas dificultan su comportamiento porque la capacidad portante de este suelo es insuficiente para soportar las cargas de tráfico transferidas por la estructura del pavimento. Existen problemas importantes con este tipo de tierra, Crean patrones irregulares de movimiento del suelo que causan daños generalizados a edificios, carreteras y aceras. [2].

**En el ámbito local,** Según la Asociación Peruana de Derecho Ambiental (SPDA, 2016, p. 12), los temas de conectividad y desarrollo son prominentes en las ciudades de la región Ucayali. La geología de la región Ucayali se caracteriza por suelos arcillosos y limosos. Debido a su ubicación geográfica, la región de Ucayali enfrenta con frecuencia fuertes lluvias e inundaciones, que afectan no sólo a los residentes sino también al suelo y la infraestructura de la zona. Este trabajo de investigación se refiere al suelo de la carretera San Francisco-Yarinacocha en la provincia de Ucayali, esta zona pertenece a la zona tropical y tiene suelos finos, se ve muy afectado por las fuertes lluvias y produce diversos tipos de suelo. Perfil de propiedades de ingeniería. Suelos específicos con propiedades diferentes a las de las regiones templadas están compuestos por arcillas clasificadas como CH y CL según SUCS, estos suelos son blandos y de limitada resistencia, lo cual provoca deformaciones en la superficie, impide el normal paso del tránsito vehicular.

En este sentido, la pregunta general de este estudio es: ¿Cuál es el impacto del uso de mezclas asfálticas recicladas en la mejora de las propiedades mecánicas de la superficie de la carretera San Francisco-Yarinacocha en la provincia de Ucayali? Asimismo, se identificaron las siguientes preguntas específicas: ¿Cómo afecta el uso de mezcla asfáltica reciclada al tipo de suelo de la calzada de la carretera San Francisco-Yarinacocha en la provincia de Ucayali? ¿Cómo afecta el uso de mezcla asfáltica reciclada a las propiedades físicas del suelo de subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en la provincia de Ucayali? ¿Cómo afecta el uso de mezcla asfáltica reciclada a las propiedades mecánicas del suelo subrasante de la carretera San Francisco -Yarinacocha en el departamento de Ucayali?, ¿Cómo diseñar el espesor de estabilización de suelos empleando Mezcla Asfáltica Reciclada, siguiendo los principios de la rigidez equivalente y el diseño de pavimentos AASHTO 1993?

Con la ayuda de esta investigación, la **justificación teórica** pretende agregar nuevos conocimientos sobre las propiedades de las subrasantes de carreteras con mezclas asfálticas recicladas, por lo que utilizaremos el concepto de suelo estabilizado con residuos, que hoy en día tiene valiosas propiedades que benefician tanto los aspectos técnicos como viales. El desarrollo de proyectos de construcción se demuestra utilizando nuestros indicadores, por ejemplo: CBR, Índice de Plasticidad, Angulo de fricción y Espesor de estabilización. **Justificación técnica**, la investigación a laborar busca usar la mezcla asfáltica reciclada incorporando en la subrasante con el fin de mejorar la plasticidad, resistencia y otras propiedades de la subrasante, conceptos técnicos del manual vial: suelo, geología, diseño geotécnico y pavimentos aplicados a mejoras de subrasante de carreteras San Carretera Francisco-Yarinacocha.

En la presente investigación la **Justificación Social**, permite que la sociedad exige que las carreteras estén en buenas condiciones para facilitar el tráfico y realizar actividades comerciales, turísticas, educativas, laborales y otras. En ausencia de retrasos en el tráfico, también se considerará ofrecer a los residentes una mejor calidad de vida y el futuro de las zonas rurales de la región en estudio. Los caminos de acceso traen muchos beneficios a los residentes que rodean el área del proyecto, ya que los pueblos en el área requieren una coordinación vial adecuada. En la **Justificación Metodológica**, la presente investigación se enfocará mediante métodos científicos una alternativa de rigidizar la subrasante mediante la incorporación de mezcla asfáltica reciclada, Una vez establecida su validez y confiabilidad, se puede utilizar en otros estudios.

Dicho esto, el autor se propone como **objetivo general** es: Rigidizar la subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha en el departamento de Ucayali. Además, se plantea como **objetivos específicos: elevar** la capacidad de carga del suelo blando de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali, **reducir** la plasticidad de los suelos de subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali, **diseñar** el espesor de

estabilización de suelos empleando Mezcla Asfáltica Reciclada, siguiendo los principios de la rigidez equivalente y el diseño de pavimentos AASHTO 1993.

Asimismo, en la investigación propuesta se plantea la siguiente **Hipótesis general**: El uso de mezcla asfáltica reciclada en cantidad suficiente mejoraría las propiedades del suelo de subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha en el departamento de Ucayali. Se plantea como **hipótesis específica**: el uso de Mezcla Asfáltica Reciclada aumentaría la capacidad de carga del suelo, adicionando Mezcla Asfáltica Reciclada al suelo de subrasante se reduciría la plasticidad de los suelos blandos de fundación de la carretera San Francisco - Yarinacocha en el departamento de Ucayali, método adecuado para estimar el espesor de estabilización con Mezcla Asfáltica Reciclada sería considerando el concepto de la rigidez equivalente.

## II. MARCO TEÓRICO

Como contexto nacional para este estudio, Campos y Vega (2019) En este estudio, los autores establecieron la meta de utilizar concreto asfáltico reciclado para estabilizar la subrasante en la localidad de Dos de Mayo. En el diseño experimental, la población es PJ. Las muestras de investigación se obtuvieron de las calicatas del PJ el 2 de mayo en el municipio de Chimbote. 2 de Mayo. El instrumento utilizado es la técnica observacional. El principal resultado es que el análisis granulométrico realizado muestra de los suelos naturales, pozo 01 = 59.55%, pozo 02 = 23.41%, pozo 03 = 81.57% y pozo 04 = 62.29% pasan malla 200, los cuales son suelos de grano fino porque están compuestos por más del 50% de limo y arcilla. En el análisis CBR, sumando también diferentes porcentajes, se observó el comportamiento del CBR al 10%, 15% y 20% en peso: 10% de carpeta asfáltica reciclada + suelo = CBR% 7,60, 15% de carpeta asfáltica reciclada + suelo = CBR% 9,20, 10% de carpeta asfáltica reciclada + suelo = CBR% 9,20 20% = CBR% 11,10. **Se concluyó** que los valores de CBR aumentaron para todas las combinaciones respecto al suelo natural con un resultado máximo de 11,10% para la combinación del 20%. El CBR para todas las combinaciones es superior al 6 % y se puede utilizar como base de carretera.[3].

Fernández (2018), en este estudio los autores establecieron como objetivos determinar la estabilidad de la calzada utilizando materiales de demolición de la Av. Malecón Checa 2017 - San Juan de Lurigancho. Su metodología fue aplicada, método científico y de investigación descriptivo-interpretativo, La población está conformada por la Avenida Malecón Checa de 1 km de largo, San Juan de Lurigancho. La muestra creada para este proyecto de investigación se ubica en el distrito de San Juan de Lurigancho en el distrito de Campoy, Avenida Malecón, Chequia, abarcando el cruce de la Avenida Próceres y la Calle San Martín. Según esta definición, para estudiar lo que se considera una muestra deliberada imposibilidad. Los resultados clave obtenidos para las pruebas CBR, los métodos de determinación CBR (100 % MDS) 0,1" y CBR (95 % MDS) 01" se pueden utilizar para determinar la idoneidad del suelo para su uso como estabilizador de subrasante y cumplir con las regulaciones del Departamento de Transporte. Al



analizar el CBR, se estima que los residuos de demolición provenientes del asfalto afectan la **estabilidad** de la vía, como lo demuestran los resultados de los estudios de laboratorio: CBR (100% MDS) 0.1" = SN+10%=62.50%, SN +20 %=52.40%, SN+ 30%=56.80% (95% MDS) 0.1" = SN+10%=23.90%, SN+20%=28.00%, SN+30%=26.70%. Se **descubrió** que la eliminación de asfalto tiene un efecto significativo sobre la estabilidad de la calzada y el impacto del suelo natural se estimó agregando el 10%, 20% y 30% de los materiales de demolición, Los resultados obtenidos estuvieron de acuerdo con los estándares de subsuelo del MTC y su capacidad de carga alcanzó un nivel aceptable y estaba destinado a la estabilización su uso en este proyecto y proyectos futuros. [4].

Seguidamente los antecedentes internacionales como (Md Mehedi, y otros, 2018), "Caracterización de profundidades de suelo mezclado con pavimento asfáltico reciclado". Este trabajo de investigación tiene como objetivo utilizar materiales de pavimento asfáltico reciclado (RAP) para aumentar el rango de utilización de RAP en suelos de subrasante. Su metodología es aplicada, descriptiva-interpretativa. Los resultados muestran que la MR de suelos mezclados con RAP aumenta al aumentar las tensiones desviatorias y de volumen aplicadas, Pero es menos sensible a la presión de confinamiento aplicada. El uso de materiales RAP puede endurecer el suelo lo suficiente como para evitar la respuesta a la presión de confinamiento. Como se esperaba, los valores de MR alcanzaron su punto máximo en el contenido de humedad óptimo y aumentado linealmente con el contenido de RAP. Este estudio resume los efectos del RAP y el contenido de humedad en diferentes niveles de estrés para evaluar módulos básicos en el laboratorio. Según los resultados de la investigación, se puede concluir que RAP MR crece en suelos mixtos al aumentar la deflexión, y la tensión de masa MR del RAP los suelos mixtos son menos sensibles a la presión de confinamiento. El suelo mixto MR es RAP más alto con un contenido de agua óptimo. [5].

Amrutha & Praveen (2018) en su trabajo de investigación titulado "Subsurface Soil Stabilization Usando Demolished Concrete Aggregates" tuvo como objetivo

determinar la estabilidad del subsuelo después de utilizar residuos de construcción como estabilizador. Utilizar el método científico como método interpretativo y cuantitativo. A través de este estudio, se obtuvieron los siguientes resultados: Agregar 40% de agregado de concreto aumentó el valor CBR de 2.37% a 24.09%. Finalmente, concluyeron que la adición de agregado de demolición a la laterita daba como resultado. El contenido de humedad óptimo disminuye y la densidad seca máxima aumenta.[6].

## **Teorías**

### **Variable Independiente: Mezcla Asfáltica Reciclada**

Se evaluaron las propiedades del RAP para determinar el uso de este material, un producto de contorno de capas de asfalto removidas de carreteras existentes, podría usarse como pavimento de agregado abierto y como base para cimientos y pavimentos. Luego, el material se puede utilizar como sustrato y/o material base en nuevos proyectos de pavimentación, así como en superficies expuestas de carreteras sin pavimentar (lastre), donde actúa como repelente del polvo. **La dosificación**, el objetivo es encontrar las condiciones bajo las cuales se deben mezclar diferentes componentes para obtener una mezcla con ciertas propiedades, como consistencia, densidad, resistencia y durabilidad.

### **Variable Dependiente: Subrasante**

Teoría de la plasticidad: Se utiliza para analizar la capacidad de carga de la carretera y su resistencia al corte. Se basa a la plasticidad de los suelos, como la plasticidad y la cohesión. La teoría de la plasticidad es útil para predecir el comportamiento de la subrasante en condiciones de carga y determinar si se producirán deformaciones plásticas o fallas. El tamaño y las proporciones de las partículas minerales que componen el suelo determinan sus propiedades físicas: textura, estructura, porosidad y color. Según su textura podemos distinguir tres tipos de suelo: arena, arcilla y limo. La arena se encuentra en varios ríos. Propiedades físicas y mecánicas del suelo, podemos mencionar consistencia y contenido de agua, permeabilidad y efecto capilar, capacidad portante, contracción e hinchamiento. Terzaghi dijo: La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a una acumulación suelta de sedimentos y otras

partículas sólidas, contengan o no materia orgánica, resultante de la descomposición mecánica o química de las rocas. mecánica de suelos incluye: Teoría del comportamiento del suelo en condiciones de carga con las simplificaciones necesarias. basadas en las condiciones reales de la teoría dada, Estudiar las propiedades físicas de la tierra y utilizar conocimientos teóricos y empíricos para resolver problemas. (Duque Escobar, 2016).

### **Enfoques conceptuales**

#### **Variable Independiente: Mezcla Asfáltica Reciclada**

El asfalto reciclado, comúnmente conocido como RAP, consiste en material reciclado procedente de pavimentos flexibles al final de su vida útil pero cuyas propiedades permiten su reutilización como parte de estructuras nuevas o reparadas. (Copeland, 2011). El reciclaje de pavimentos asfálticos no es nada nuevo. En todo el mundo, la reducción de los recursos de pavimentos flexibles se logra con la ayuda de RAP. Fabella et al. (1999). RAP se define como material recién pintado en la reparación y construcción de revestimientos flexibles. Hong Kong, por ejemplo, importa asfalto de países extranjeros y produce alrededor de 200.000 toneladas de mezcla asfáltica para carreteras al año, que puede utilizarse para la construcción o el mantenimiento de carreteras (Isaks et al., 2015).



**Figura 1.** Mezcla Astática Reciclada

**La dosificación** implica determinar las proporciones de materiales necesarios de la mezcla para lograr la resistencia y solidez requeridas o lograr acabado o adherencia adecuada. Generalmente se expresa en gramos por metro cúbico ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Es una forma de distribuir materiales en

cantidades precisas y en una secuencia temporal utilizando una solución o sistema tecnológico. Para satisfacer esta necesidad técnica, se desarrollaron varios sistemas para lograr el objetivo de medición y pesaje de dosis.

### **Variable Dependiente: Subrasante**

Esta es la capa superior del terraplén o el fondo del pozo de cimentación la que soporta la estructura del pavimento en el relieve natural, constituida por capas seleccionadas de suelo con propiedades aceptables y capa compacta para formar un cuerpo liso en una posición óptima a un tipo de suelo que no se ve afectado por el tráfico. Al diseñar un pavimento, las principales variables son la forma de influir en la carga calculada, su capacidad de carga en condiciones de trabajo y tránsito, y las propiedades de los materiales de construcción de la superficie de rodadura. Es la capa superior de un terraplén o el fondo de una zanja en un terreno natural. Tiene una función de soporte de estructura vial. Consiste en suelo que requiere ciertas propiedades mecánicas ( $CBR > 6\%$  para asegurar que el suelo subyacente no se deforme). Esto afecta la carga de diseño transferida debido al transporte (MTC EM 115, 2014, p. 41)

**Tabla 1.** Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S: Subrasante Inadecuada	$CBR < 3\%$
S1: Subrasante Pobre	De $CBR \geq 3\%$ a $CBR < 6\%$
S2: Subrasante Regular	De $CBR \geq 6\%$ A $CBR < 10\%$
S3: Subrasante Buena	De $CBR \geq 10\%$ A $CBR < 20\%$
S4: Subrasante Muy Buena	De $CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$
S5: Subrasante Excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos.

**Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante** se refieren a la evaluación física y mecánica del subsuelo de referencia. para determinar su comportamiento durante la construcción del pavimento. Estas propiedades del suelo de subrasante son las variables más importantes a considerar al

diseñar estructuras de pavimento. como indicador tenemos: CBR es una prueba a evaluar la calidad de los materiales para pisos en función del material y durabilidad (medida mediante una prueba de escala). La prueba CBR (California Bearing Ratio Test) mide la resistencia del suelo a las tensiones de corte y evalúa la calidad del suelo de la subrasante y la base del pavimento. El siguiente indicador el **índice de plasticidad** se expresa como porcentaje del peso seco las muestras de suelo y muestra el rango de contenido de agua donde el suelo todavía es plástico. Esta propiedad se debe a la formación de una capa sobre las partículas de agua en capas, que proporciona un efecto de lubricación. Cuando se aplica una fuerza a ciertas partículas, es ventajoso que algunas partículas se deslicen sobre otras partículas. **Espesor de Estabilización** estos programas utilizados en ingeniería de recubrimientos se convierten en calcular el número de capas para la estabilización de la superficie de la carretera, Herramientas para facilitar el proceso de diseño y rápido.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación: Aplicada**

Este proyecto de investigación es aplicado porque se centra en resolver problemas prácticos brindando respuestas a preguntas específicas y el uso del conocimiento conduce a la comprensión de la realidad de una manera rigurosa, organizada y sistemática (Behar, 2008, p. 11). Se realizarán pruebas de laboratorio, las cuales arrojarán hallazgos relevantes para el estudio

##### **Enfoque de investigación: Cuantitativo**

Hernández (2014), los métodos cuantitativos basado en la recopilación de datos y luego la comparación de hipótesis. basadas en precisión análisis numérico y estadístico para modelado de comportamiento y teoría de pruebas. La investigación actual adopta un enfoque cuantitativo ya que nuestros resultados se convertirán en valores porcentuales en el análisis CBR y los resultados de plasticidad del suelo. Nuevamente, si las circunstancias lo ameritan, los resultados se determinarán mediante análisis estadístico. complementario.

##### **El Diseño de la investigación: Diseño experimental**

Según la definición del autor (Arias, 2015). "La investigación experimental es el proceso de someter a un sujeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (la variable dependiente) con el fin de observar los efectos o respuestas que se producen (la variable dependiente)". Este estudio tendrá un diseño experimental. por lo que la variable independiente (mezcla asfáltica reciclada) mejorará propiedades físicas y mecánicas de la variable dependiente (subrasante)

##### **El nivel de la investigación: Explicativa**

Según (Carrasco Diaz, 2005), La investigación explicativa da respuesta a la pregunta "por qué", es decir, a través de esta investigación podemos averiguar por qué el hecho o fenómeno realmente tiene tales o cuales propiedades. La encuesta tiene un nivel de explicativo que vendrá determinado por los resultados de la encuesta. de forma independiente el mejoramiento de la calzada tras la

incorporación de Mezcla Asfáltica Reciclada, y se explicarán detalladamente los procedimientos utilizados. Esto es a nivel de interpretación de los resultados obtenidos en el estudio. se utiliza para definir independiente el mejoramiento de la base de la carretera luego de la incorporación de mezclas asfálticas recicladas y se brinda una explicación detallada de los procedimientos utilizados y los resultados.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

Según Borja (2012), una variable es una característica, atributo o cualidad que el objeto de estudio puede poseer, directa o indirectamente, porque su contenido puede variar y es fácil de medir y observar. Estas variables se dividen en variables dependientes y variables independientes, la variable dependiente representa la variable que explica los efectos y resultados, y se debe encontrar la razón o motivo de su existencia, la variable independiente es la variable explicativa, y su asociación o influencia con los resultados.

Variable Independiente: Mezcla Asfáltica Reciclada

Variable Dependiente: Subrasante

En la presente investigación se define Operacionalización como la transformación de variables teóricas complejas en variables empíricas y directamente observables se puede medir. Desde una perspectiva más técnica, la operacionalización significa definir qué es una variable y cuáles son sus dimensiones y cuál es el exponente y el exponente (o lo que es lo mismo, definirla teórica, práctica y operativamente), porque todo esto nos permite transformar variables teóricas en propiedades observables y mensurables, descendiendo gradualmente de lo general a lo singular. Medina (2014). (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1)

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población:**

Según Alella y Martins (2008), una población es: "un conjunto de unidades a partir de las cuales se quiere obtener información sobre qué inferencias se generará". Se conoce como población al agregado de suelo que constituye el lecho del camino. Desde San Francisco - Yarinacocha se ubica en el departamento de Ucayali.

#### **Muestra:**

Según el autor, Arias (2006, p. 83) define una muestra como "un subconjunto representativo y limitado extraído de la población disponible". Castro (2003) clasifica las muestras en probabilísticas y no probabilísticas. **Probabilística:** Todos los miembros de la población tienen la misma muestra que conforma la selección. Puede ser: muestreo aleatorio simple, muestreo estratificado o muestreo por grupo de empresas o región. **La no probabilística:** La selección de los participantes del estudio depende los criterios específicos de los investigadores, lo que significa que no todos los miembros de la población tendrán igual acceso a la investigación. Respecto a esta investigación la muestra se tomará de la subrasante de la Carretera San Francisco – Yarinacocha Departamento de Ucayali.

#### **Muestreo:**

Según Palacios, Valdivia, Romero y Ñaupas (2014), el muestreo es el proceso de selección de unidades de investigación incluidas en la muestra el objetivo es recopilar la información que necesita para la investigación que desea realizar. De acuerdo con lo anterior, el muestreo es **no probabilística** porque decidimos el número de muestras a analizar...

#### **Unidad de Análisis:**

La Unidad de Análisis es una parte importante del diseño de la investigación. Este es el contenido más importante analizado por los investigadores. La unidad de análisis es el objeto que esperas tener al final del análisis, quizás el tema principal de tu estudio. En este estudio, la unidad se utiliza como unidad de análisis a la subrasante, por ser la parte más importante que permite la incorporación de



mezclas asfálticas recicladas mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la base de la carretera.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Técnica de observación; Según Tamayo y Tamayo (2012), una técnica de observación es un método que permite a los investigadores observar y recopilar datos utilizando su percepción visual, es decir, recolectar información que está directamente relacionada con la población bajo estudio. Por lo tanto, en este estudio se considera la observación directa como una técnica para describir los datos obtenidos del laboratorio y garantizar la exactitud de los resultados.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Una nota de investigación es un formato utilizado para registrar notas y materiales relacionados con un estudio en particular. Se considera un elemento esencial en cualquier investigación ya que ayuda a retener la información recopilada. En este estudio se considera la ficha de levantamiento como una herramienta que facilitará la recolección de datos y la clasificación de información proveniente de ensayos sobre muestras tomadas de las propiedades del suelo para su posterior uso y desarrollo en el suelo. investigación.

#### **Validez.**

Según (Hernández, 2006, p. 07), la validez generalmente se refiere al grado en que un instrumento realmente mide una variable. Validez de este estudio de contenido estuvo determinada por los siguientes factores mediante evaluación de expertos y pruebas en un laboratorio de mecánica de suelos. Obtenga un certificado que confirme su información.

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Porque (Hernández, 2006 p. 07) "La confiabilidad es una medida del grado en que se repiten los resultados obtenidos en el mismo tema". En la cita, el autor dice hasta qué punto se detallan los mismos resultados. Se relaciona con el tema, realice investigaciones de tal manera que basemos los resultados en la misma pero diferente base de resultados, promedios o resultados que mejor se ajusten a los objetivos válidos, en cuyo caso, además del estudio de suelos, se realizarán mediante equipos de Laboratorio estudios de CBR, índice de plasticidad, ángulo de fricción y espesor estable para determinar cuál de las tres muestras fue la más confiable en base a cada prueba realizada utilizando diferentes porcentajes de dosificación.

### **3.5. Procedimientos:**

#### **Exploración del suelo**

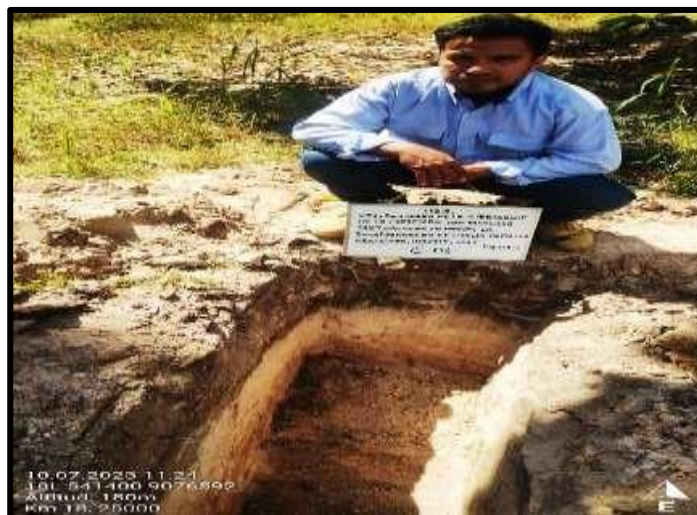
Los procedimientos para realizar este trabajo de investigación fueron los siguientes: Se realizó 03 calicatas de 1.5 metros de profundidad, de las cuales se procedió a la extracción del suelo obteniendo así las muestras que requiere el estudio



**Figura 2.** Carretera San Francisco - Yarinacocha



**Figura 3. Calicata 01 km 9+400**



**Figura 4. Calicata 02 km 11+700**



**Figura 5. Calicata 03 km 13+500**

## Recolección de las muestras:

Una vez obtenida la muestra se realizó la clasificación de suelo de las 03 calicatas realizando la técnica de cuarteo para los ensayos, ya que las muestras tienen las mismas características de las 3 calicatas obteniendo el siguiente dato la muestra natural representativa:



**Figura 6.** Muestra Natural

La Mezcla Asfáltica Reciclada fue extraída de un pavimento envejecido del Jr. Salaverry de la ciudad de Ucayali y procesada a trituración para ser tamizada pasante la malla N° 3/4, Esto proporciona una muestra representativa de la dosis requerida.



**Figura 7.** Lugar de extracción de la mezcla asfáltica reciclada





**Figura 8.** Muestra de la Mezcla Asfáltica Reciclada

### **Caracterización de la Muestra Natural:**

#### **Análisis de Tamaño de Partículas por Tamizado (ASTM D 422, NTP 400.012)**

Esta norma describe un método mediante el cual se determina la proporción de suelo que pasa por diferentes tamices utilizados en la prueba.

Se efectúa el ensayo de Granulometría por tamizado de la muestra natural obtenida siguiendo los siguientes pasos:

Divida la muestra seca en 4 partes iguales y pese la muestra seleccionada obtener el peso inicial de la muestra. de suelo. Luego se pasa por diferentes tamices. (N°  $\frac{3}{4}$  , N°4, N°10, N°40, N°100, N°200) Organice las aberturas del tamiz de mayor a menor mientras revuelve, luego pese la muestra restante en cada tamiz. Finalmente, se procesan los datos del análisis del tamaño de partículas.



**Figura 9. Granulometría por tamizado**

Esta prueba utiliza equipos e instrumentos tales como: Tamices o Mallas (#4, #10, #40, #100, #200), Báscula con una precisión de 0,01 gramos.

### **Ensayos para Límites de consistencia (ASTM D4318, NTP 339.129)**

Método de prueba Límite líquido, Límite plástico, Índice plástico del suelo (ASTM D 4318). Este método implica determinar el límite líquido, el límite de plasticidad y el índice de plasticidad del suelo.

Siga los pasos a continuación para verificar los límites de consistencia de la muestra natural resultante:

Se realiza el proceso de tamizado manual pasante la malla N°40, se obtiene una cantidad necesaria de muestra de suelo seco, para hacer los ensayos de límite de consistencia.

### **Límite líquido (ASTM D423)**

El peso de la muestra para cada prueba es de aproximadamente 150 a 200 gramos. Coloque la muestra en el recipiente, luego agregue aproximadamente de 15 a 20 ml de agua y luego mezcle la mezcla hasta que se convierta en una sustancia pastosa. Luego, coloca la mezcla de puré en una cuchara Casagrande

y extiéndela hasta que esté completamente nivelada u horizontal, luego separa las muestras de puré con un ranurador.



**Figura 10. Formación de Ranura - Casagrande**

Esto crea un surco dentro de la cuchara Casa Grande. Luego gire el mango de la cuchara Casagrande y anote el número de golpes hasta que la muestra blanda esté junta y retire la muestra blanda con una espátula. Luego continúe este proceso durante aprox. 4 veces. Finalmente, los datos se procesan para producir resultados de pruebas y gráficos.

Los equipos y utensilios utilizados en las pruebas incluyeron: vasos Casagrande, tazas medidoras, espátulas, cocteleras, tazones para mezclar y básculas.

### **Límite plástico (ASTM D423)**

La prueba de la retención plástica se realiza con la muestra de masa restante. límite líquido, compuesta por aprox. 8 gramos de esta tierra plástica y enrollar entre el dedo y un plato de vidrio (o plato de mármol). Haga esto con suficiente presión. La masa se extiende en una línea de igual diámetro.



**Figura 11. Muestra Cilíndrica del Limite Plástico**

Cuando el diámetro alcanza los 3 mm, el suelo se transforma en una bola, y este proceso de enrollado y transformación se repite hasta que el alambre comienza a triturarlo hasta un diámetro de 3 mm. Guarde los hilos triturados para determinar el contenido de agua y repita la prueba dos veces más con muestras frescas. El límite plástico (PL) es el promedio de tres contenidos de humedad.

En el ensayo se utiliza equipos y utensilios como: Básculas, platos de cristal, hornos termostáticos, palas de acero, y recipientes.

### **Índice Plástico (I.P)**

Cuando se obtienen el límite líquido y el límite plástico. Finalmente se calcula el índice plástico mediante la fórmula. Finalmente, Usar Excel para procesar y recuperar datos y un resumen en una tabla.

$$PI = LL - PL$$

**Figura 12. Formula de índice de plasticidad**

Según la clasificación SUCS (ASTM D2487) identifica el suelo como CL (arcilla de plasticidad media).



**Tabla 2.** Clasificación de suelo muestra natural

Muestra	Clasificación de suelo	
	SUSCS (ASTM D2487)	AASHTO (D3282)
Natural	CL	A-7-6 (16)
	Arcilla de plasticidad media a alta	

Fuente: Casero.

### Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Determinación de la proporción de humedad. del suelo y la masa seca (curva de compactación), continuamos practicando la prueba Proctor modificada. Método de prueba para la compactación del suelo en condiciones de laboratorio.

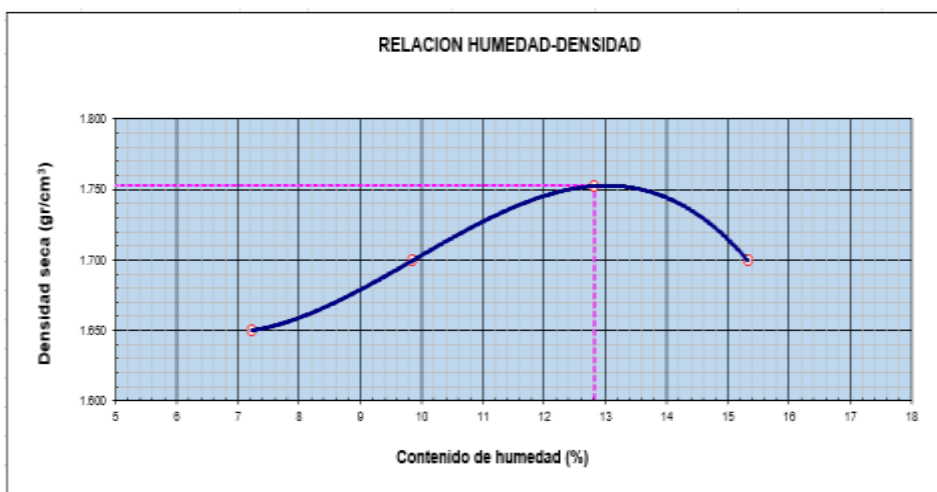
Parece pan de unos 24 kg y cortado en porciones de 6 kg. La forma se pesa con la parte inferior y sin el collar, después de pesar, se coloca el collar encima y se mezcla un poco de tierra con una cantidad medida de agua.



**Figura 13.** Distribución de Capas de Suelos Uniformes

Pon aproximadamente una quinta parte de la mezcla en la sartén; su altura debe ser uniforme. El suelo se compacta en cinco capas sucesivas. Cada persona recibe

25 golpes de maza, espaciados uniformemente; luego, durante la compactación final, se retira el collar, se calcula y registra la masa de la base del molde, la muestra de suelo y el molde, calcular el peso de materia seca y el contenido de agua a cada compactación. Finalmente, use tabla de Excel para procesar los datos y trazar los puntos resultantes en una curva para lograr la densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo de las muestras de suelo.



**Figura 14.** Gráfico de relación de densidad de Proctor modificado.

Los equipos y herramientas utilizados para las pruebas incluyen, por ejemplo: horno de secado, báscula, regla, tamiz, molde Proctor de 4 pulgadas, extensión o collar del molde, apisonador manual (mazo), paleta, espátula, bandeja y cepillo.

### **CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)**

Las pruebas CBR nos ayuda a determinar la resistencia del subsuelo y material base. Para ellos, llevamos muestras de suelo en condiciones de humedad y densidad en el laboratorio.

Utilice una parte de muestras naturales para realizar la prueba, tome muestras de 5 kg de cada molde y luego utilice 3 moldes para realizar el ensayo y elija la humedad óptima en la prueba Proctor modificada, realiza el mezclado de la muestra más agua, este proceso debe quedar bien mezclado, se termina el compactado, Retire el collar y use una regla de metal para aplanar la muestra de suelo. Desarmar

el molde, luego darle la vuelta al molde sin separador, luego colocar el papel de filtro sobre la forma y su base. Luego registre el peso de la muestra de suelo y el moho. Después de invertir la muestra, colocar la placa perforada sobre el neumático para completar la sobrecarga. Luego coloca la base, cuyas patas deben estar en el borde del molde, el mango del dial coincidirá con el tablero perforado. Luego se coloca el molde en un tanque lleno de agua durante 96 horas, lo que equivale a 4 días. Cuando se coloca el molde en agua se toma una lectura inicial, luego nuevamente cada 24 horas, después de 96 horas se toma una lectura final, luego se calcula el porcentaje de hinchazón, que da la diferencia entre las lecturas inicial y final, dividido por La altura inicial de la muestra luego se multiplica por 100. Una vez saturado, retire el molde y déjelo escurrir en condiciones normales durante aproximadamente 15 minutos. Una vez transcurridos 15 minutos, se retiran las placas sobrecargadas y perforadas, se pesa el molde y se somete la muestra en el molde a una prueba de penetración. No debería pasar mucho tiempo después de eliminar la sobrecarga. Realice una prueba de penetración y luego inserte el molde en la prensa hidráulica. La matriz debe estar centrada con el cilindro de penetración, lo que produce una carga pesada similar a la superficie de la carretera, con una precisión de  $\pm 2,27$  kg, pero con un peso inferior a 4,54 kg. Coloque la báscula para medir y luego registre la penetración del pistón, porque la carga del pistón es de 5 kg, lo que equivale a 50 N; luego coloque el dial en la posición cero para tomar una lectura. Luego se usa una prensa hidráulica para cargar el pistón sobre el pistón: 0,025 pulgadas, 0,050 pulgadas, 0,075 pulgadas, 0,100 pulgadas, 0,125 pulgadas, 0,150 pulgadas, 0,200 pulgadas, 0,300 pulgadas, 0,400 pulgadas. Luego, use una prensa hidráulica para aplicar carga al pistón. La velocidad constante de la prensa hidráulica es 1,27 mm o 0,05" por minuto. Registre las cargas. Cuando el pistón penetra, estas cargas son: 0,025 in, 0,050 in, 0,075 pulgadas, 0.100 pulgadas, 0.125 pulgadas, 0.150 pulgadas, 0.200 pulgadas, 0.300 pulgadas, 0.400 pulgadas y 0.500 pulgadas. Después de completar la prueba de penetración con la prensa hidráulica, retire el molde de la prensa, luego tome una pequeña parte de la muestra de la prensa Finalmente, utilice hoja de cálculo Excel para procesamiento de datos y finalmente obtenga los valores probados de CBR para obtener 95% de capacidad de soporte del suelo y 100%.



**Figura 15.** Prueba de penetración para la determinación del CBR

Equipos y utensilios utilizados para esta prueba, tales como: Prensa similar a la que se usa en las pruebas de compresión, que se usa para forzar el pistón dentro de la muestra, Troquel metálico, Cilíndrico, 6" de diámetro, Espaciador metálico, redondo, Pisón de compactación, medidor de expansión. dispositivo, una pesa anular con peso total 4,54 kg y peso ranurado con peso total 2,27 kg, dos discos con un recorrido mínimo de 25 mm, un tanque de agua con capacidad suficiente para sumergir el molde en agua, un horno, una báscula, en la que viene una con capacidad de 20 kg y la otra con capacidad de 1000 g, tamices, artículos varios universales como cortadores de diámetro de molde, mezcladores, cápsulas, tubos de ensayo, espátulas, discos de papel filtro

### **3.6. Método de análisis de datos:**

Nuestro estudio utiliza análisis descriptivo ya que utilizaremos tablas y gráficos estadísticos y compararemos los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Los procedimientos, datos y resultados de este esfuerzo de investigación se guían por principios de responsabilidad, honestidad, veracidad y confiabilidad. Estos principios quedan evidentes en las conclusiones, que tienen aplicaciones prácticas que pueden ser verificadas de acuerdo con los estándares éticos marcados por la sociedad.

#### IV. RESULTADOS

##### Descripción del área de estudio.

##### Ubicación Política

Este estudio se realizó en la Carretera San Francisco - Yarinacochoa, Distrito de Yarinacochoa, Provincia Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.



**Figura 16.** Mapa Político del Perú



**Figura 17.** Mapa Político del Departamento de Ucayali

##### Ubicación del proyecto



**Figura 18.** Mapa de la Provincia de Coronel Portillo.



**Figura 19.** Mapa del Distrito de Yarinacochoa.

## Limites

- Norte : Con los distritos de Nueva Requena y Callería.  
Sur : Con los distritos de Campoverde y Callería.  
Este : Con el distrito de Callería.  
Oeste : Con los distritos de Nueva Requena y Campoverde.

## Ubicación geográfica

El distrito de Yarinacocha se ubica a 195 metros sobre el nivel del mar con las coordenadas 08°21'14" Sur y 74°34'36" Oeste. Se ubica geopolíticamente en la Provincia Coronel Portillo de la Región Ucayali.

## Clima

El clima en Yarinacocha es lluvioso y caluroso, llueve en las tres estaciones (otoño, primavera y verano). La temperatura promedio anual es de 26 °C (79 °F), la temperatura máxima es de 38 °C (100 °F) y la temperatura mínima es de 21 °C (70 °F). Las precipitaciones más intensas son de noviembre hasta abril. En junio se produce un fenómeno climático conocido como “frío de San Juan”, hipotermia que dura 3-4 días y temperaturas de 12°C (54°F) a 16°C (61°F).

**Objetivo específico 1:** Elevar la capacidad de soporte del suelo blando de la subrasante



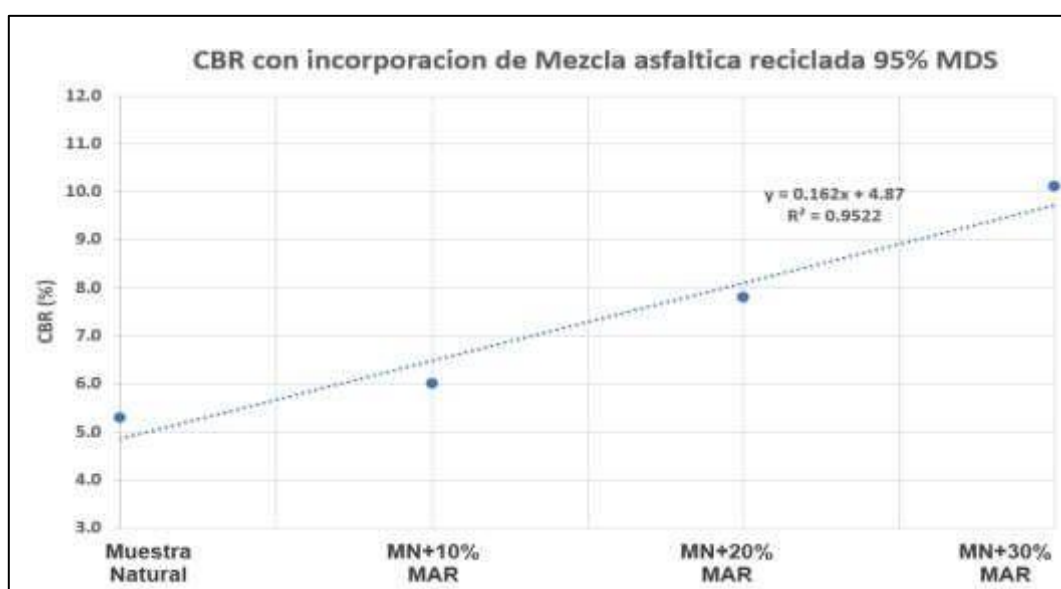
**Figura 20.** Ensayo de CBR incorporación de Mezcla Asfáltica reciclada



**Figura 21.** Moldes de CBR (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada

**Tabla 3.** Resumen de resultados de Proctor y CBR

CBR	ESTADO NATURAL	ADICION DE 10% MEZCLA ASFATICA R.	ADICION DE 20% MEZCLA ASFATICA R.	ADICION DE 30% MEZCLA ASFATICA R.
MDS %	1.752	1.880	2.080	2.258
OCH %	12.8	10.4	8.8	8.1
CBR 100%	5.8	6.8	9.1	11.9
CBR 95%	5.3	6.0	7.8	10.1



**Figura 22.** Valores CBR al 10%, 20%, 30% con Mezcla asfáltica reciclada

Con base en los los datos se muestran en la Tabla 3 y la Fig. 22, es evidente que la inclusión de mezclas asfálticas recicladas en las muestras de terreno natural conduce a una mejora notable en el índice de soporte del suelo. El CBR inicial de la muestra de control se registra en 5,3%. Sin embargo, al incorporar mezclas asfálticas recicladas el CBR aumenta hasta el 6,0%. Un análisis más detallado revela que con una tasa de incorporación del 20%, el CBR alcanza un valor del 7,8%. Sorprendentemente, cuando el 30% de las mezclas asfálticas recicladas se añaden al terreno natural, el CBR experimenta un impulso significativo, alcanzando el 10,1%.



**Objetivo específico 2:** Reducir la plasticidad del suelo de subrasante.



**Figura 23.** Ensayo de Limite liquido al (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada

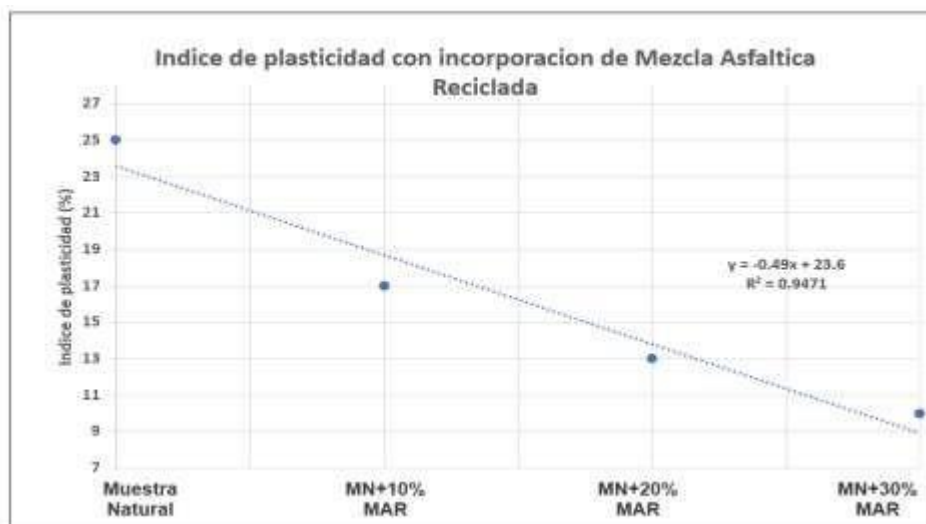


**Figura 24.** Ensayo de Limite plástico al (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada

**Tabla 4.** Índice de plasticidad incorporando mezcla asfáltica reciclada

Límites de consistencia (ASTM D423, NTP 339.129)				
	MUESTRA NATURAL	MN+10%	MN+20%	MN+30%
Limite liquido	46	30	27	25
Limites plástico	21	13	14	15
Índice de plasticidad	25	17	13	10

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 25.** IP (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada



Al examinar la tabla 4 y la figura 24, resulta evidente que la inclusión de mezclas asfálticas recicladas tiene un impacto significativo en los valores de IP. Los valores disminuyen significativamente, partiendo de 25 para el terreno original, a 17 al incorporar un 10% de mezclas asfálticas recicladas, disminuyendo aún más a 13 con la adición de un 20% de mezclas asfálticas recicladas, y finalmente llegando a 10 al incorporar un 30% de mezclas asfálticas recicladas con IP baja.

**Objetivo específico 3:** Diseñar el espesor de estabilización de suelos empleando Mezcla Asfáltica Reciclada.

Para determinar el espesor óptimo para la estabilización, analizamos los valores de CBR de pruebas realizadas en diversas mezclas de terreno natural y Mezcla Asfáltica Reciclada. Estas mezclas incluyeron un 10%, 20% y 30% de material reciclado, dando como resultado los siguientes valores:

Terreno natural	CBR 5.3%
Terreno natural + 10% de Mezcla Asfáltica Reciclada	CBR 6.0%
Terreno natural + 20% de Mezcla Asfáltica Reciclada	CBR 7.8%
Terreno natural + 30% de Mezcla Asfáltica Reciclada	CBR 10.1%

Calcule el CBR ponderado usando la siguiente fórmula:

$$CBR_P = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Dónde:

CBRP = CBR ponderado

DS1 = espesor del suelo estable

DS2 = espesor natural del suelo

CBR1 = CBR de suelo estabilizado

CBR2 = terreno natural CBR

El espesor del terreno natural estable es de 0.90 m. + mezcla asfáltica reciclada 10% con CBR de 6.0%

$$CBR_{P(MAR)} = \frac{0.90^3 (6.0\%) + 0.60^3 (5.3\%)}{0.90^3 + 0.60^3}$$

$$CBR_{P(MAR)} = 6.0\%$$

El espesor del terreno natural estable es de 0.75 m. + mezcla asfáltica reciclada 20% con CBR de 7.8%

$$CBR_{P(MAR)} = \frac{0.75^3 (7.8\%) + 0.75^3 (5.3\%)}{0.75^3 + 0.75^3}$$

$$CBR_{P(MAR)} = 7.0\%$$

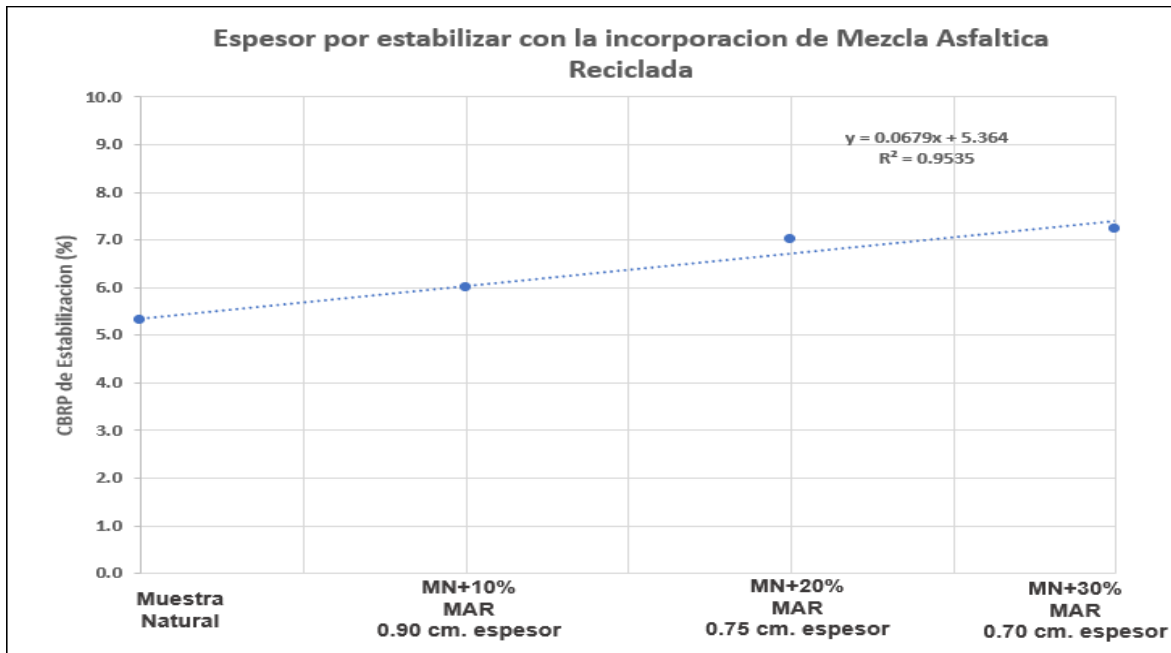
El espesor del terreno natural estable es de 0.70 m. + mezcla asfáltica reciclada 30% con CBR de 10.1%

$$CBR_{P(MAR)} = \frac{0.70^3 (10.1\%) + 0.80^3 (5.3\%)}{0.70^3 + 0.80^3}$$

$$CBR_{P(MAR)} = 7.23\%$$

**Tabla 5.** Valor CBR<sub>P</sub> 10%, 20% y 30% de mezcla asfáltica reciclada.

Espesor estabilizador	
	CBRP
MUESTRA NATURAL	5.30
MN + 10 % MAR CBRP – 0.90 CM	6.00
MN + 20 % MAR CBRP – 0.75 CM	7.00
MN + 30 % MAR CBRP – 0.70 CM	7.23



**Figura 28.** Valores de espesores por estabilizar

Según la tabla 5 y figura 28, tenemos que para la muestra natural + 10% de mezcla asfáltica reciclada con 0.90 cm. de espesor el CBR<sub>p</sub> es 6.0%, para la muestra natural + 20% de mezcla asfáltica reciclada con 0.75 cm. de espesor el CBR<sub>p</sub> es 7.0% y para la muestra natural + 30% de mezcla asfáltica reciclada con 0.70 cm. de espesor el CBR<sub>p</sub> es 7.20%. Los resultados obtenidos de CBR<sub>p</sub> corresponden en última instancia a los conceptos básicos de la sección de suelo y pavimento del Manual de Carreteras del MTC a saber. ≥ 6% CBR así como estándares AASHTO.

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para un diseño adecuado del pavimento, siga las especificaciones generales del MTC Manual (2013) y utilice las pautas proporcionadas por AASHTO 93. El resultado del diseño ESAL es 7.51E 05 (750674 EE). La calificación ESAL es 7.51E 05 (750674 EE) y los parámetros del Manual de Especificaciones Generales de Carreteras del MTC (2013) indican que pertenece a Tp4, el cual menciona que es una vía con muy poco tránsito. Como es 80% confiable, la desviación estándar es -0,842. Al verificar la categoría de la vía por flujo de tránsito, se analizó el CBR del suelo estabilizado y el resultado fue de 7,23%.

- Confiabilidad (R%):

$$R (\%) = 80\%$$

- Desviación Estándar (Zr):

$$Zr = -0.842 47$$

- Error estándar combinado (entonces):

Los valores recomendados para pavimentos flexibles son: 0,40 – 0,50, valor “MTC Manual, Suelos y Pavimentos” 0,45.

$$So = 0.45$$

- Serviciabilidad ( $\Delta$  PSI):

**Tabla 6.** Serviciabilidad Inicial (Pi).

EL TIPO DE CAMINO	EL TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP4	750,001	1,000,000	3.80

Fuente: Manuel de Carreteras del MTC de la sección suelos y pavimentos.

**Tabla 7.** Serviciabilidad Final (Pt).

EL TIPO DE CAMINO	EL TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP4	750,001	1,000,000	2.00

Fuente: Manuel de Carreteras del MTC de la sección suelos y pavimentos.

En donde:

$$P_i = 3.8$$

$$P_t = 2.0$$

Entonces:

$$\Delta PSI = P_i - P_t = 1.80$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

- Módulo Resiliente (Mr):

$$CBR = 7.23\%$$

$$Mr = 8515.48 \text{ PSI} = 58.71 \text{ MPa}$$

- Numero estructural requerido (SN):

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R S_D + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Reemplace todos los valores:

$$SN = 2.907$$

Número estructural calculado

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

**Tabla 8.** Valores del Coeficiente a1

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR DEL COEFICIENTE a1 (CM)	OBSERVACIONES
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente Modulo 2,965 Mpa en 20 °C (68 °F)	a1	0.170 / cm	Carpeta superior recomendada para todo tipo de trafico

Fuente: Manual de Carreteras del MTC de la sección suelos y pavimentos.

**Tabla 9.** Valores del Coeficiente a2

BASE			
Base granular CBR 80% compactada al 100% de MDS	a2	0.052/cm	Capa recomendada para tráfico ≤ 5'000.000 EE.

Fuente: MTC de la Sección Suelos y Pavimentos.

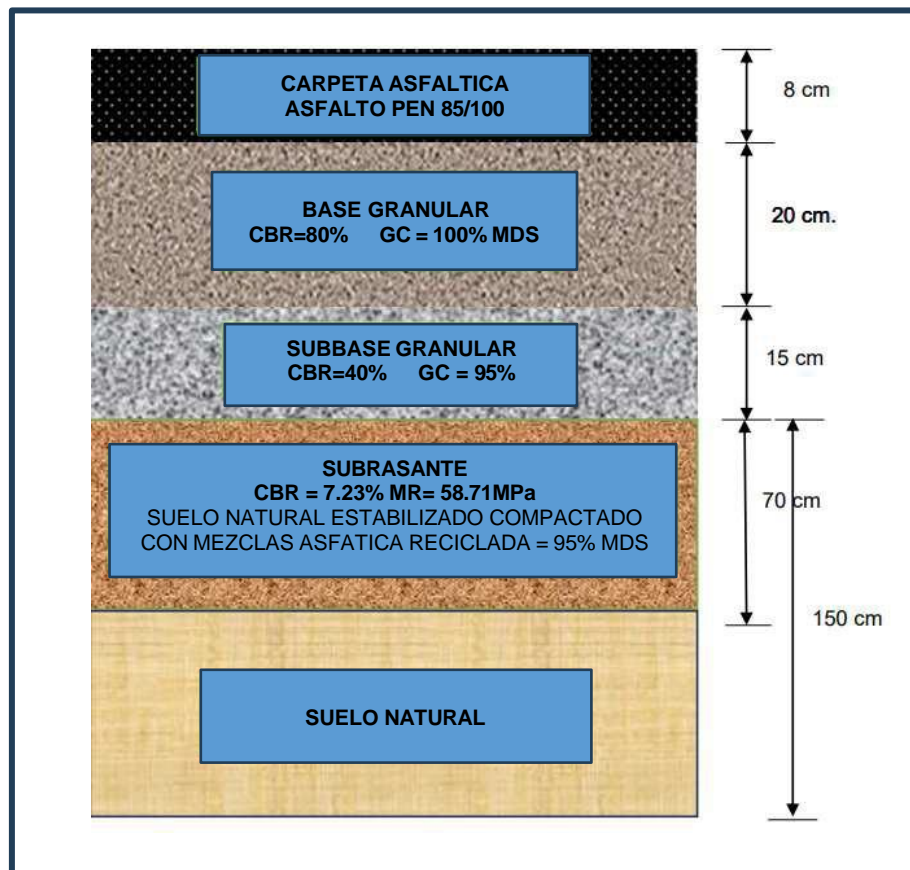
**Tabla 10.** Valores del Coeficiente a3

SUBBASE			
Base granular CBR 40% compactada al 100% de MDS	a3	0.047/cm	Capa recomendada para tráfico $\leq 15'000.000$ EE.

Fuente: MTC de la Sección Suelos y Pavimentos.

En donde:  $a_1 = 0.175 / \text{cm}$   $d_1 = 8\text{cm}$   $m_2 = 1$   
 $a_2 = 0.052 / \text{cm}$   $d_2 = 20\text{cm}$   $m_3 = 1$   
 $a_3 = 0.047 / \text{cm}$   $d_3 = 15\text{cm}$   $\text{SN} = 2.907$

Por último, el diseño del Pavimento Flexible quedará de la siguiente forma:



**Figura 29.** Diseño de pavimento flexible.

## Evaluación de la hipótesis

### A. Evaluación de la normalidad

La Tabla 11 muestra las pruebas de normalidad de las variables analizadas.

**Tabla 11.** Resumen de prueba de normalidad para las variables.

Variable	Planteamiento de hipótesis	Nivel de significancia	Prueba estadística	Regla de decisión	Resultado	Conclusiones
CBR	Ho: Los valores de las variables tienen normalidad	$\alpha = 5\%$	Si $n = 5$ , entonces Shapiro-Wilk (para muestras $n < 50$ )	p-valor $\leq 0.05$ , se acepta la hipótesis alternativa H1 p-valor $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula Ho	p-valor = 0.596	p-valor $> 0.05$ Aceptamos Ho: Los valores de las variables tienen normalidad, para un $\alpha = 5.0\%$ .
Índice de plasticidad	H1: los valores de las variables no tienen normalidad				p-valor = 0.685	
Espesor de estabilización					p-valor = 0.475	

### A. Prueba de correlación

En la Tabla 12 se evalúa el grado en que las variables se relacionan con la adición de mezclas asfálticas recicladas utilizando Coeficiente de correlación de Pearson  $r$

**Tabla 12.** Grado de asociación de las variables con la adición de Mezcla Asfáltica Reciclada, Utilice el coeficiente de correlación de Pearson “r”.

Variable	Planteamiento de hipótesis	Nivel de significancia	Prueba estadística	Regla de decisión	Resultado	Correlación “r”	Conclusiones
CBR	Ho: El valor de la variable tiene normalidad.	$\alpha = 5\%$	Si $n = 5$ , entonces Shapiro-Wilk (para muestras $n < 50$ )	p-valor $\leq 0.05$ , se acepta la hipótesis alternativa H1 p-valor $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula Ho	p-valor = 0.05	$r = -0.87$	valor $\leq 0.05$ , Aceptamos H1: Las variables si están relacionadas con la adición de la Mezcla Asfáltica Reciclada, para un $\alpha = 5.0\%$ .
Índice de plasticidad	H1: El valor de la variable no tiene normalidad				p-valor = 0.001	$r = 0.98$	
Espesor de estabilización					p-valor = 0.003	$r = -0.98$	



## V. DISCUSIÓN

Elevar la capacidad de carga del subsuelo, se efectuó ensayo de CBR (ASTM 1883) del suelo natural del tipo limo arcilloso, clasificación según SUCS como CL de baja a media plasticidad posee un CBR en estado natural de 5.3% respectivamente, el suelo natural + 10% Mezcla Asfáltica Reciclada alcanza un CBR. de 6.0%, el suelo + 20% Mezcla Asfáltica Reciclada alcanza un CBR. de 7.8% y el suelo + 30% Mezcla Asfáltica Reciclada con un CBR. de 10.1% entonces, podemos afirmar que incorporando mayor porcentaje de Mezcla Asfáltica Reciclada al suelo incrementamos su capacidad de soporte. Según Campos y Vega (2019). El principal resultado fue que los análisis granulométricos realizados se observan que pertenecen al grupo de suelos de grano fino. Análisis CBR, además de agregar con diferentes porcentajes, se observó el comportamiento del CBR agregando 10%, 15% y 20% en peso: suelo + CAR 10% = CBR % 7,60, suelo + CAR 15% = CBR % 9,20, suelo + CAR 20% = CBR% 11.10. Comparamos los resultados con nuestra investigación y observamos que la incorporación de mezclas asfáltica Reciclada con dosificaciones menores a nuestra investigación son de menores porcentajes ya que el suelo de fundación es de tipo arena limosa con gravas según SUCS como SM. Los resultados nos dan similares logrando aumentar la capacidad de carga del suelo.

Con el objetivo de reducir la plasticidad del subsuelo utilizando la mezcla asfáltica reciclada, se realizó una prueba límite de consistencia (ASTM D4318) y se obtuvo una muestra de suelo con un índice de plasticidad de 25 para el terraplén de suelo, 10% Resultados del índice de plasticidad en peso. para mezclas asfálticas recicladas de 20% y 30% fueron 17, 13 y 17, respectivamente, lo que también determinó el tipo de suelo está clasificado según SUCS, arcilla inorgánica de plasticidad baja a media-CL. Según Condori Supo, Fredy (2023). Muestra que el resultado del índice de plasticidad del suelo natural es del 18,76%. Después de mezclar el suelo natural con una mezcla asfáltica residual al 2%, el índice de plasticidad disminuye al 16,66%. Después de mezclar con una mezcla asfáltica residual al 4%, el índice de plasticidad disminuye y la combinación con un 4% de mezcla asfáltica residual. el suelo disminuye hasta el 16.04%. Por supuesto, junto

con un 6% de mezclas asfálticas residuales, el índice de plasticidad cae al 15,05%. comparamos nuestros resultados y observamos que nuestra investigación tiene diferente resultado del IP ya que nosotros utilizamos porcentajes mayores en nuestra dosificación.

Diseñar el espesor adecuado de estabilización con Mezcla Asfáltica Reciclada de Resultados de las pruebas CBR de mezclas y productos de suelo natural + 10% Mezcla Asfáltica Reciclada, terreno natural + 20% Mezcla Asfáltica Reciclada y terreno natural + 30% Mezcla Asfáltica Reciclada, se determina un adecuado espesor de suelo estabilizado de 0.70 cm con un CBR ponderado de 6.0 para la estabilización de 30% de Mezcla Asfáltica Reciclada, cumpliendo con el requisito indicado CBR es  $\geq 6$  % de MTC del suelo de subrasante estabilizado como se describe en las condiciones de AASHTO. Tema de referencia. Según Barriga (2021), los resultados se obtuvieron utilizando cal y cemento para la estabilización de espesores. Los resultados se obtuvieron para combinaciones de suelo natural más 4% cal y tierra natural más 4% cemento. Espesor Estabilizable determinado tanto para combinaciones de cemento como de cal a 40 cm, el CBR ponderado para la estabilización con cal es del 9,26% y para el cemento es del 10,4%. La hipótesis específica de que el uso de mezclas asfálticas de desecho para la estabilización del suelo aumentará la capacidad de carga del suelo en capas y ha sido probado de acuerdo con la sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras de la MTC. (2013) y AASHTO.

## VI. CONCLUSIONES

Este estudio resolvió los problemas que existían en el subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el distrito de Yarinacocha de la región Ucayali, para lo cual se incorporó la mezcla asfáltica reciclada en dosificaciones de 10%, 20% y 30% a la muestra natural según SUCS con clasificación (CL) AASHTO A-7-6(16), para la MN + 10% MAR se obtiene 7% de grava, 20% de arena y 73% de fino, para la MN + 20% MAR se obtiene 10% de grava, 21% de arena y 69% de fino, para la MN + 30% MAR se obtiene 15% de grava, 19% de arena y 66% de fino para mejorar las propiedades del suelo, especialmente calcular parámetros como CBR, índice de plasticidad y espesor estable final.

De acuerdo con la evaluación CBR del subsuelo, se encontró que el valor CBR del subsuelo aumentó de 5.3% a 6.0%, 7.8% y 10.1%, respectivamente, con la adición de 10%, 20% y 30% de mezcla asfáltica reciclada, que también está de acuerdo con la Especificación General de el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte (EG-2013) requiere  $CBR \geq 6\%$ .

En cuanto al índice de plasticidad del suelo, se ha comprobado que agregar 10%, 20% y 30% de mezcla asfáltica reciclada reduce la plasticidad natural del suelo del 25% al 17%, al 13% y 10%, respectivamente, quien confirmó que a medida que aumente la cantidad de mezcla asfáltica reciclada, el índice de plasticidad del suelo disminuirá.

Para determinar un espesor estable, el concepto  $CBR_p$ , complementado con la especificación general del Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte (EG-2013), que estipula que el CBR debe ser  $\geq 6\%$ . Existen varios procedimientos analíticos a este respecto. La conclusión es que el espesor de diseño estable requerido es de 0,70 cm y la proporción de mezcla asfáltica reciclada es del 30%.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar la investigación sobre el contenido de mezcla asfáltica reciclada por encima del 10%, 20% y 30% e implementar medidas apropiadas de estabilización del subsuelo para resolver el problema de la baja capacidad de carga.
- Se recomienda estudiar el comportamiento de los productos de mezcla asfáltica reciclada como estabilizadores frente a otros tipos de suelos naturales con la adición de la misma dosificación para evaluar el alcance de su influencia entre los hallazgos de este estudio.
- Se recomienda comparar el costo de usar otros productos estables (por ejemplo, cal y aceite reciclado).
- Se recomienda a las autoridades regionales y municipales formalizar el material residual de mezcla asfáltica (DME) reciclado, considerando que este material es reciclable según este estudio, y también se recomienda procesarlo. El producto es más amplio o más amplio y es una alternativa a otro proyecto ofrecido por la empresa.

## REFERENCIAS

- MOREIRA CEDEÑO, Fricson Lutgardo, QUIROZ VARGAS, Washington Fernand, Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR [en línea]. Tesis. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil, 2017. [consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25753>
- GALLO VACA, Juan Francisco. Análisis de la estabilización de los suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la subrasante de los pavimentos [en línea], tesis. Universidad de Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Ecuador. 2022. [consultado 30 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4985>
- Sánchez Albán, M. A. (2014). Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Cacical del cantón Tosagua provincia de Manabí, [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11180>
- "MTC", M. d. (2014). Manuales de Carreteras. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
- VALDERRAMA MENDOZA, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 10ª ed. Lima: San Marcos, 2019. ISBN 978-612-302-878-7. P.182
- VALDERRAMA MENDOZA, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 10ª ed. Lima: San Marcos, 2019. ISBN 978-612-302-878-7. P.184 Cárdenas Herrera, P. F., Peña Rodríguez, G., Jiménez López, A. F., Moreno Rubio, J. J., & Menéndez Aguado, J. M. (enero - Junio de 2021). Ingeniería, Investigación y Desarrollo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 21(1), 73. doi:<http://dx.doi.org/10.19053/issn.1900-771X>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Rigidización de la subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha mediante la incorporación de Mezcla Asfáltica Reciclada, Ucayali, 2023

Autor: Gonzales Saldaña, Jhonatan

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 Mezcla Asfáltica Reciclada	El Pavimento Asfáltico Reciclado, mejor conocido como RAP, consiste en el material recuperado de un pavimento flexible que ha alcanzado el final de su vida de servicio; no obstante, sus características permiten reutilizarlo como parte de estructuras nuevas o rehabilitadas. (Copeland, 2011).	La trituración de materiales es Proceso de particulado del pavimento reciclado, este material cumplirá las funciones de estabilización de subrasante	Dosificación	10%	razón
				20%	razón
				30%	razón
Variable 2 Subrasante	Es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito (MTC EM 115, 2014, p 41)	Este proyecto de investigación tiene como proceso de realizar los estudios respectivos por medio de ensayos de CBR, Limite de plasticidad y espesor de estabilización. con fines de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante .	Propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante	CBR	razón
				Índice de Plasticidad	razón
				Espesor de Estabilización	razón

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Rigidización de la subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha mediante la incorporación de Mezcla Asfáltica Reciclada, Ucayali, 2023

Autor: Gonzales Saldaña, Jhonatan

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable 1</b> Mezcla Asfáltica Reciclada	Dosificación	10%	Laboratorio
¿De qué manera influye el uso de Mezcla Asfáltica Reciclada en el mejoramiento de las propiedades del suelo de subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha en el departamento de Ucayali?	Rigidizar el suelo de subrasante de la de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali	El uso de Mezcla Asfáltica Reciclada en dosificaciones adecuadas mejoraría las propiedades del suelo de subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali			20%	
					30%	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>			<b>Variable 2</b> Subrasante	
¿Cómo influye el uso de Mezcla Asfáltica Recicladas en la capacidad de soporte de los suelos subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali?	Elevar la capacidad de soporte de los suelos blandos de la subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali	El uso de Mezcla Asfáltica Reciclada elevaría la capacidad de soporte de los suelos	Índice de Plasticidad			
¿En qué medida el uso de Mezcla Asfáltica Reciclada reduciría el Índice de Plasticidad de los suelos de subrasante de la carretera San Francisco - Yarinacocha en el departamento de Ucayali?	Reducir la plasticidad de los suelos de subrasante de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali	Adicionando Mezcla Asfáltica Reciclada al suelo de subrasante se reduciría la plasticidad de los suelos blandos de fundación de la carretera San Francisco-Yarinacocha en el departamento de Ucayali	Espesor de Estabilización			
¿Cuál sería el espesor adecuado de estabilización aplicando el concepto de la rigidez equivalente, considerando los principios de la Guía de Diseño AASHTO1993?	Diseñar el espesor de estabilización de suelos empleando Mezcla Asfáltica Reciclada, siguiendo los principios de la rigidez equivalente y el diseño de pavimentos AASHTO1993.	Una metodología adecuada para estimar el espesor de estabilización con Mezcla Asfáltica Reciclada sería considerando el concepto de la rigidez equivalente.				

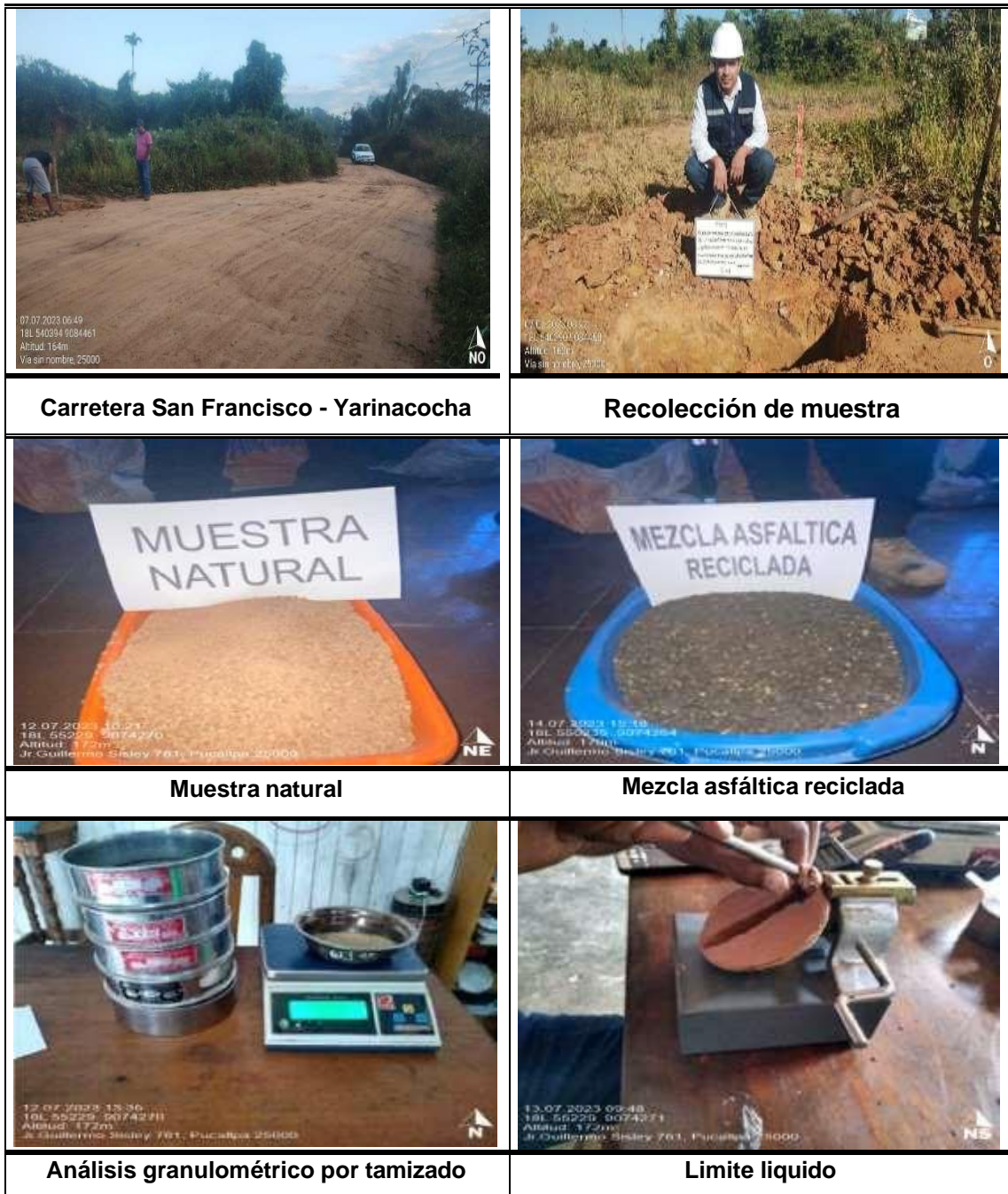
Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

PARÁMETRO \ CALICATA		MUESTRA NATURAL	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
CONDICION		Muestra natural	Muestra natural + 10 % mezcla asfáltica reciclada	Muestra natural + 20 % mezcla asfáltica reciclada	Muestra natural + 20 % mezcla asfáltica reciclada
PROF. CALICATA (m)		1.5	1.5	1.5	1.5
PROF. NF(m)		-	-	-	-
HUM. (%)		14.8	-	-	-
GRANULOMETRIA	% GRAVA	0	-	-	-
	% ARENA	0	-	-	-
	% FINOS	75.6	-	-	-
CLASIFICACION	SUCS	CL	-	-	-
	AASHTO	A-6-7 (16)	-	-	-
LIM. DE CONSISTENCIA	LL	42	30	27	25
	LP	20	13	14	15
	IP	22	17	13	10
PROCTOR MODIFICADO	MDS g/cm <sup>3</sup>	1.75	1.89	2.07	2.26
	OCH (%)	12.8	10.4	8.8	8.1
CBR	AL 95 % MDS (%)	5.3	6.0	7.8	10.1
	AL 100 % MDS (%)	5.8	8.8	9.1	11.9



## Anexo 4. Validez

## Anexo 5. Panel fotográfico





**Limite plástico**



**Prensa CBR**



**Ensayo de CBR incorporación de Mezcla Asfáltica reciclada**



**Moldes de CBR (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada**



**Ensayo de Limite liquido al (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada**



**Ensayo de Limite Pastico al (10%,20%,30%) de Mezcla Asfáltica Reciclada**





bancid ill Ema[llg,tS,,,lo,  
ci,"":q r-0111• -r  
""11JN dli i...e,;- .i.1lo  
!Canl,DIM <N' <fOO  
R --

**LIMITES DE OC>í4SISTENCtA-PASA LA MALLA N°140**

(f>40RMA AASHTO T-89 T-00,ASTM O 4118)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PRG"ll":era JIIGIDIZA0i0ijO L'1SÜBRASAATE DB LA C,ó,i " - -'O' OCHA CIÁN'ITE V. IICO!!FORAE:10,1  
MolQ.A "4.'ifíCA icl.,i,J) U CJ.V 2117.  
SOUCT'IA RAC:H TANooNV,iLE j i  
f. ANT'IAA BTUJIO DE WELD IECNICO  
Ul'te.ActQN i.AARETERA SAII \*TAA!fW.Octv. I'RH.ti, 21.LOOST'Dzrl

**DAIOS DE LA MUESTRA**

CÁL.LIGATA MVESffij\ rfi\N\IFI& T\*-MAÑO,YAAJMO : N' 411  
M -SIRA SIJa.O ARCI!UA HNT  
PIWF. Im IIDh18itrr<lOIII

**UMITE UQIIKIO**

	t.	2	13
PESO "IAARO.. e O 1-IAIEDO (llf)	4.5 >1	801	<.16
proo T-illRo • SUELO SE.CO oil	31"!!L	3944	!U7
L' OENJL), tgr	e JQ	11.cj	ii 09
CELT,..RJóI.CI iir	1 111	2 .:JII	:NI  o
Pesalm o fgr	1"	1 :-:19	91
ICD>fEJoj{X} DE: >UUECl.oQ CoóJ	4411.	q.	1101
NUT.4E:ROM:GOI."Es fS		2J	42

**UMITE P.I.ASTICO**

	J	5
N' T/1,fiRO		
TEj:~o -ARLJO ELCIHUI:IEOO (or)	29.25	3112
L' :SOTAMIO ELD BECO i_gr	21.2.e	2 Dí1
Eesoo A..i.p. IO.rj	UG	: :.1
E-LoQ CEL TABBO igr	uo	16 71)
FEBO IIIO.. SU81.0 tICO (gtl)	10411	Uf
CCN-mNIDOIU)t: HUL!EDNI 1%)	1iOi	2HI7

**CONTEIN DO DE H:UMEDAD,A.25**

----- , ----- + - H

iml  
'lg  
e . i  
:t  
nw  
el  
Q

1

LABORATORIO TECNICO DE SUELOS E.R.L.  
Adriano Medina Moreno  
JEFE DE LABORATORIO

CONSTANTES FISICAS DE L  
Ut IIIII.IUTRA

Material Pasante de Tamiz N° 40

Guillermo Sisley N° 765  
ecs\_ucayali@outlook.com  
I. Mov: 961074817





El lio-do ...  
 ctifilD<|/t.'  
 ,11.1. :lo .Q>\_y\_q  
 Connidca!Jllilil't \*ó!n-  
 IJCJ211-

**LIMITES Di: CONSISTENCIA-PASA LA IM. ALLA N°40**  
 (NORMA AAS-ITO T-S9 f-0.0 A.S'IMEI 43,a)

**LABORATORIO ILE:ONICA DE SUELM CONCRETOS Y PAVI BITOS**

T:|SIS !!ilIGIDiiN::|OF;Cif LA DEU. CitRRiar;,RA W FRANCISCO T'ARir-f.,C fliED!m'fELA IN C ION  
 Cle MI;ICI.IV.sfl,J\_Jll::AlaCICIJFOA,lkA ID, IWJ  
 Sdl | A : 9.I.CIt foQ.IGO |c iw Ur,l  
 i'c,A ESTUDIOQ , uE o FECHA. nAGOSTO:|On  
 oorciil.:1011 !! \* \$AA FRMCISCO. VAAINACQCH.0.

**DATOS DE LA MUESTAA**

CALICATA filijC<S'lii>, t,1ATURAL. TAMAAO|JUJBMO : N' 110  
 MI,J1:STRA MN + 111 !,IEIZCLA Y'ALTICA RE<JCU,OI,  
 PROF.rm\ .0.qf) t filJ INCleili

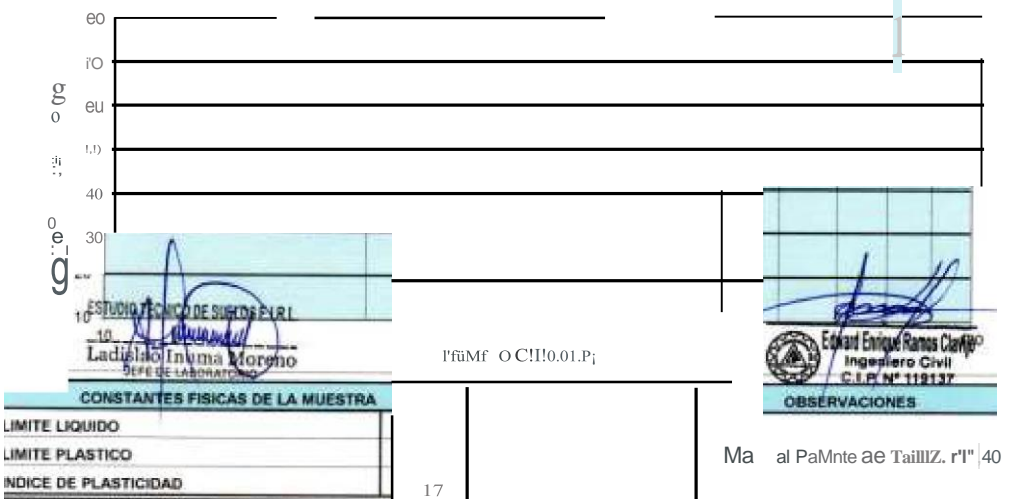
**LIMITE LIQUIDO**

ITEM	UNIDAD	VALOR	VALOR	VALOR
PESO TRO... IIIJELCHUVI.EDCI	Cwl	.8 5ol	77g	
T.o.RRQ • SUELO SI,I;O	CMl	41 n	42.36	
FII;WDi;NIIJA	/m	8.4i	6"3	
qEL TIk;RO	(Or)	1.2	1.25	
FE:HO ELSUB.0.Si:t:l;/	C lr}	1 1!	U,H	15'80
OONTQIIDODE 1,1 C",il	1%)	3HQ	29 lle	11.01
MUMERo ti (k.k>1>je		7	14	

**LIMITE PLASTICO**

ITEM	UNIDAD	VALOR	VALOR
TIRHO • 1PJELOHU	(gr)	2U4	311,ilil
PE: TPRRO • SUELO SECO		2:728	31e;
I'eSOD!i	(il:1	1.211	, e;i
I'e500EL1"RR:O	(grj	.715	, :li
PESO DE:l @.o CO	(grJ	nt	12 IM
OCCFIDIOOCE CE H. All	(%)	11 il	IH12:

**CONTENIDODE HUMEDAD A 26 G-QLPE.S**



Jr. Guillermo Sisley N° 765

tecs\_ucayali@outlook.com

tl. Mov: 961074847

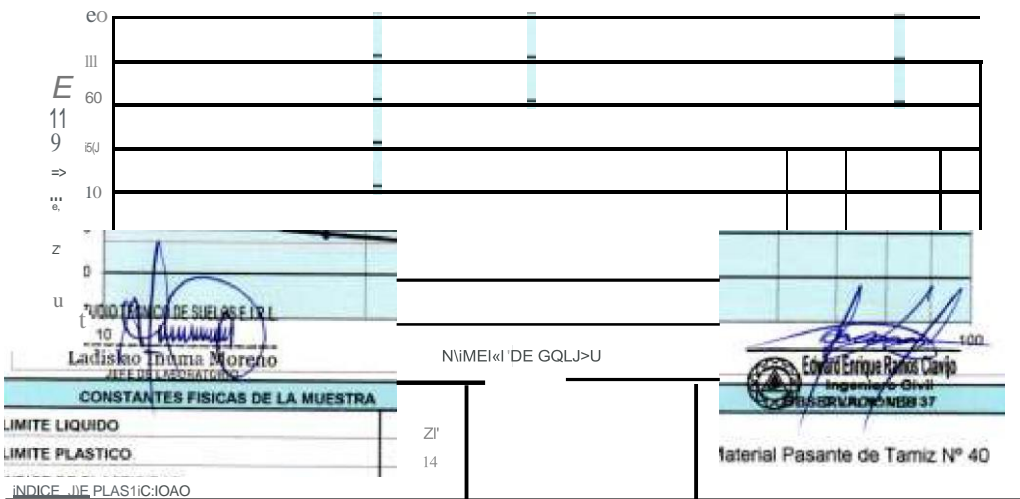


BI-III !>...dit-19  
 QI...c:u-...t:iltfN;  
 -k leVllif't  
 fpt.nil' QNIII-51JPMI {iv,... Qbnt  
 IIM; =iM66M

**LÍMITES DE CONSISTENCIA PASA LA MALLA N°4)**  
 (NMA AASHTO T-8 (1, T-90 ASTM O.T1S)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
U. BIDRATORIO > MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
resIS	RIGIDIDAD: 1A BUBFWff!! I: E !A CAAREIY6A -		T-COCHA QW,ITE IA INCORP-ar.o.,;IOI	
601.JCJI,	D HZCUV45: TICA RECICUJJA. uc.1.; ,.JJ. 2023			
C RA	H. JHCN-".T.IJ<I	SÁ!	TEONICO	
IIIBICAaÓN	ESTUCILO SUI. OS		I't:(!')	:1, AOGSTO 20h
D.A'OS DE LA MUESTRA				
CAIJICAI.A	EIHRA N,t,il.R	TAM O MAXIMú-	N" .fo	
M SiRA MN	MEZOI.J._>ñif,l,LncA	Clt: IAtI,r,		
I'ROF,jmj	II Q.U:4JmoIroI			
.u11fi'E uauroO				
P 00	ARRO	3758	110	JIII'o'i
PES. O /G.JA	fatl	3.881	);77	UII
PESQUILL	J.gft	11	4.3.ii	24,20
PE J. SIJ	IECO	S.	1 UJ	,2-E
DO	OE HUI.IEDNJ	28.	27 ll6	25,00
NLMFIO06	COOPES	e	2	n
UMi'.tE ff'i.A.SnóO				
IN,* RRO	!!	5311	9	---
I>f:IO TARRO. am...01-11.miiDO	(r:rJ	17115	:L::14	
EL O 61:00	(gf}	145	29-3.1	
I'E.SC.IIE	tll)	6.71	ua	
DE L ARQ	(gr)	11 e	it 'IO	
Pl. a_eua.O CO	ian	U.112!	j	
CONTE'IOO DE De:itUf.IEQ.!II	fo/u)		, 9i.	

**G:ONtENIDODE HUMEDAD 25 GOL.:PES**



Jr. Gu.N.Irtmói Siw.J nñ

tecs\_ucayali@outlook.com

t. Mov: 961074847



1. a. dioloo0. - 1. ...  
 Con<i>I.J.4n,r .-.11m is  
 !lo\*do ..... - iiii!,fr.,  
 Om If"CHllia;!T'r.<loOI>lii  
 !!UD

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASAJA MALLA N°40**  
 (NORMA AASII-ITO T--89 T-liO ASH,804318)

<b>LABORATORIO MECANICA DE MATERIALES SIII:ELIOS CONCRETOS V PAVJMENTOS</b>			
TIPO DE MUESTRA:	• GHIILIAallifIDE LA	CE: LA CAAR BUII:IA:N FAANCISCO *TAAI	M LA IVOKJQ!ii>O
DE MIZCI, A AS'ALTICA	E, CIOL, IC, A UC'oYIU, iiii23		
TIPO DE MUESTRA:	III/1. CH- JiiINAT	TECNICO	ifMj
TIPO DE MUESTRA:	E11TU)IO'Of SJE105	ECUA	ii il.GO&ttl 2023
UBICACION:	1. iIJ,RIE'IE'U.SJ.N 15.00. YkRitL --.OOCF-If,		

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA DE LA MUESTRA W. TIV&L	TM. TAÑO M.U:tr-O	jtr",io
IMUESTRO DE LA MUESTRA	* 3(1,6, e P.§.Jd.fICA'IECra,t.1)j,	
PREPARACION DE LA MUESTRA	PR:III', itrtl -i. OC j 150'''oiii	

**UNIFORME DE MUESTRA**

TIPO DE MUESTRA	e			
TIPO DE MUESTRA	-52.011	-e.	5008	11
PESO TAM + IUB. O S CO	[1	1,1211	45.1t	
PESO CIE AGU"	(Or)	é. illi	471	
PESO CIE T C	(QJ)	4431	"2Uf5	
PESO L ELQSECO	L	2,...	1111	2<1.rc.
CCI DEHU	(	it04	UU,	..:gj
NUMERO DE MUESTRA	17	14	311	

**LIMITE PLASTICO**

TIPO DE MUESTRA	1	e		
PESO Q SI, 11:W LHD6	(J	:e. 11<1	a0*5	
PESO TAARO . SU W CI	ron	27:ill	U	
PESOOEMI»	i!!I	'51	-	
TIPO DE MUESTRA	(gr)	&715	16.71	
Peso BUELO-S'ICD	{cr}	HU!	11 IIO	
CCMDJIOO DE DEHJMETIAC	(%)	, in	15.45	

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

UM:ROII CiOli. aJ

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO: 70

LIMITE PLASTICO: 20

INDICE DE FLUIDEZ: 1.1

ESTACION DE SUZUCI RL

Ladino Inuma Moreno

Edoardo Enrique Ramos Cevallos 100

Ingeniero Civil

C.I.P. N° 119137

OBSERVACIONES:

Material P, irja de T miz • 40



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TEBIS** : RIGIDIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA SAN FRANCISCO - YARINACOCCHA MEDIANTE DE MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA, UCAYALI, 2023

**SOLICITA** : BACH. JHONATAN GONZALES SALDARA

**CALICATA** : ESTUDIO DE SUELOS

**UBICACIÓN** : CARRETERA SAN FRANCISCO - YARINACOCCHA

**TECNICO** : LIM

**FECHA** : 21 AGOSTO 2023

ACIÓN

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : MUESTRA NATURAL

**MUESTRA** : SUELO ARCILLA NATURAL

**PROF. (m)** : 1.50 M

**PROGRESIVA** : --

1CIAtif, IIIó11 : CL

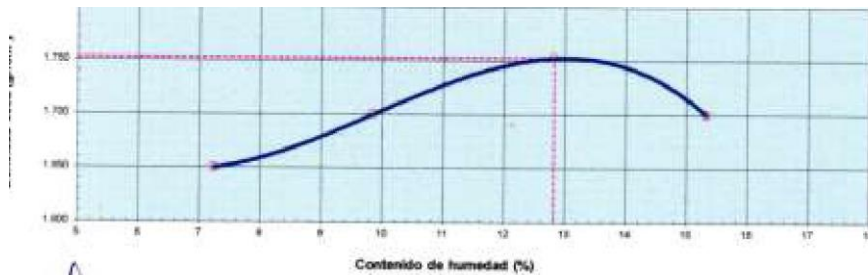
1:1.M! , JHRit ...7:811.e!

**METODO DE COMPACTACION** C

Peso suelo + molde	gr	9244.0	
Peso molde	gr	5923.0	552.1 0
Peso suelo húmedo compactado	gr	3721.0	39310
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2103.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.789	1111at
Recipiente N°		1	7
Peso del suelo húmedo+tara	gr	156.75	1 < .11
Peso del suelo seco + tara	gr	146.16	:IH'I'
Tara	gr	0.0	0.2
Peso de agua	gr	10.59	121'
Peso del suelo seco	gr	1.0000	11es>?
Contenido de agua	%	1.05	1.111
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.01	

MZJD	4.1220
2101D	1.111H
1,18,"!B	112.8t
181119	23.19
111	a.a
11<M1	1e
111 1!B	,-112E
1W	1LU
1.72	1.10!

111:1..ACiOMHIM6D'D'-Ce4SII>AD



ESTUDIO TÉCNICO DE SUELOS E.I.R.L.  
Luzmila Inuma Moreno  
JEFE DE LABORATORIO

*[Signature]*  
Eduardo Enrique Ramos Cordero  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 119137



Elaboración de Estudio de Suelos  
Caracterización y Análisis de Suelos  
Diseños de Base, Concreto y Asfalto  
Control de Calidad y Supervisión de Obras  
RUC: 20190346606

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

(Fórmula:  $M, SmO T-1!0,ASTil.D. (il.J)$ )

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TUBA - YACAY MEDIA YACAY  
UBICACIÓN: MOWITANONZA - SUCRE  
MUESTRA: E6-1 JDI OC 101 - UE 051  
CATEGORÍA: CLASIFICACIÓN DE SUELOS - VARIANTE COCHA  
CANTIDAD: 1.11 MUESTRAS

FECHA: 10/11/2019  
MUESTRA: M1111111111  
MATERIAL: SUELO  
ESTADO: SECO

**IMPACTACION**

NO. SATURADO	SATURADO	W <sub>p</sub>	W <sub>L</sub>	U <sub>c</sub>
12746.0	8560.0	4078	21.1	1.0
Peso de molde + suelo húmedo (g)				
Peso de molde (g)				
Peso del suelo húmedo (g)				
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )				
Peso de tara (g)				
Peso de suelo seco (g)				
Gravidad específica (g/cm <sup>3</sup> )				

**EXPLORACION**

TIEMPO (s)	CM	W <sub>p</sub>	W <sub>L</sub>	U <sub>c</sub>
24	100	4078	21.1	1.0
7.5	100	4078	21.1	1.0
11.6	100	4078	21.1	1.0
12.1	100	4078	21.1	1.0

**PENETRACION**

PENETRACION (mm)	CARGA STAND. (kg/cm <sup>2</sup> )	MOLDE N°		MOLDE N°		CORRECCION	MOL. de 11"
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
15	15.5	15	15.5	15	15.5		
36	31.1	36	31.1	36	31.1		
105	105	105	105	105	105		
111	111.1	111	111.1	111	111.1		
145	145	145	145	145	145		

STUDIO TECNICO DE SUELOS E.I.R.L.  
Jefe de Laboratorio

Eduardo Enrique Ramos Cevallos  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 119137



kt.racMnlltlillh.n.a. EH  
DtlrMJ.....-  
bt.. " 4.111 - C: NNUW 2008  
lllGG llmDNMll

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.U.T.)**  
(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

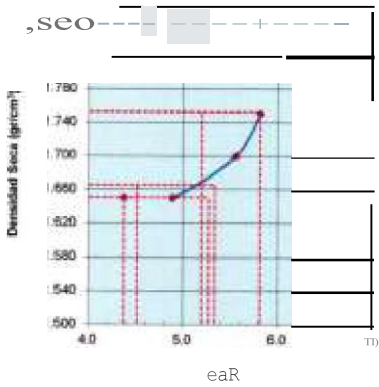
PROYECTO : FUGI012ACIOND LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA SAN FRANCISCO - YARINACUCHA MEDIANTE LA INCORPORACION DE LITICA RECICLADA, UCAYALI, 2023  
SOLICITA : MCH MINIJATAN GONZALES SALDAÑA  
CALCATA : ESJUIO() OIE SUELOS  
UBICACION : E ER.118.lá.j Fil:kt-K<!. V J"COULL

TECNICO LAB. LIM  
FECHA 21 AGOSTO

**DATOS DE U.MUEJITJJI**

PROGRESIVA : MUESTRA NATURAL  
MUESTRA : SUELO ARCILLA NAT  
PR:if... 1.50 M

MOOla11. 'a  
cuw: [ &IJC,  
CUM

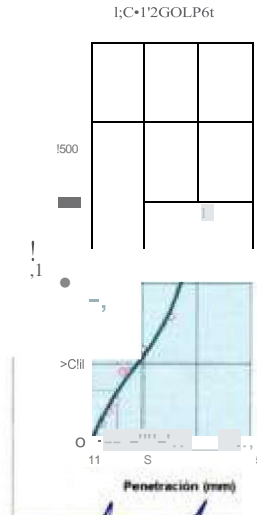
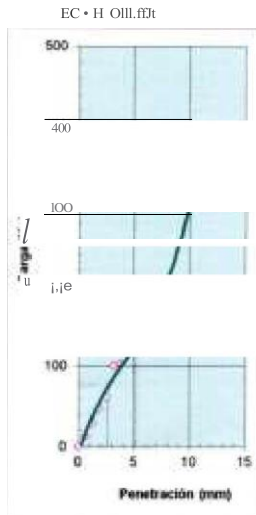
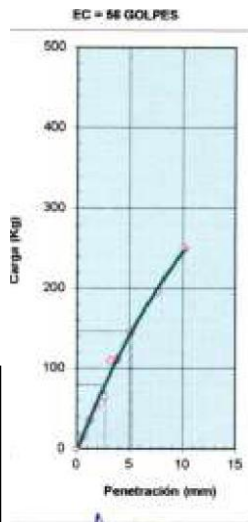


METHO DE COMP.HI: HACUH \_AS MIO  
- 7, 1) &I) SECA (g/cm³) 1752  
OPTIMOC: ONIEJE OIE IIIIrlrllWI (11 11e  
NI - i!MD- CA >mil> 1185  
- ILLUMACIEI<I - I 571

C.B.R. al 100% de M.O.S. (%)	0.1"	5.2	0.2"	5.8
C.B.R. al 95% de M.O.S. (%)	0.1"	4.5	0.2"	5.3
C.B.R. al 90% de M.O.S. (%)	0.1"	3.8	0.2"	5.0

IIIESI, I.TMOOF:  
lar 119 C.11.A. ol 1111"11 III M.11c8. = 5.8 (%)  
"lovr-III e.e.A. il Nii 111111 IUI. = 5.3 (%)  
Will<-llllrl.B.R.al -- :M.M. = 5.0 (%)

**OBSERVACIONE**



ESTUDIO TECNICO DE SUELOS E.I.R.L.  
Ladislao Inuana Moreno  
JEFE DE LABORATORIO

Edvard Enrique Ramos Clavijo  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 119137

INSAYO  
(MA AASHID HIT. I. ISTM D1'fil'm

LABOR, TORIO. MECANICA CII: S OS, CONCRET06'7' F'AVIMF: (ff'OS

RESII: cn'. INOF. M. INTE CE LI. CAml'E'n J>1 U; iQQ - T-NAOOCHII, MEIII, NTI I RFOAACIOIII

CE MEZCLA. RE. CICLAAUAY. -

IIPI\_ :; EIM: 1-1 JH 11, Uj 6A1. I. I&Ji

4. ICAT, U, EII'Uo. 3 D \$U L QaCN bl

UllICACION R. I'N'J. >J CISOO -F F fIA 21 =

wi. 1080E LA MUHTRA

u, IIIIESTRIIIMTJRM. 1m

MIJBIffii, II Uo. J. IIIIoM il, IIF, r. LI'IC, O, E !:-f. (Wea)

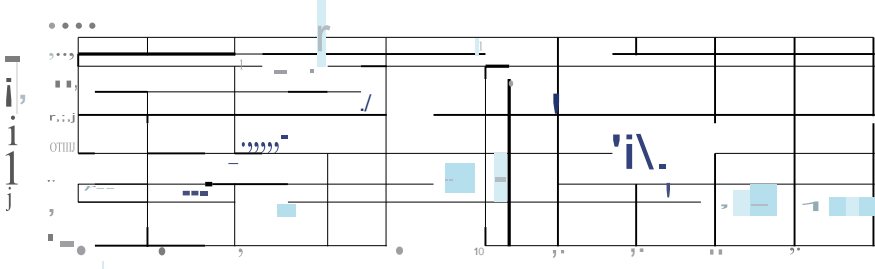
PAM, jmj !:IOL! CL&sf í I

IIIETOO DE COMPA. CTAC10N e

PUQ IIII'PO " mQf(lo	mr	93.0.1)	I">112.	9887.0	IIIIE2. II
Pege IIIICIdI	r	II'in	II	**=	IIIDII
o-10III1111-1100 CDIII'f. II@	ar	G	ol(TAI)D	"54 II	411.110
Jalum!. Ide! mofie	cm*	.11030	, OJ)D	1101. o	2, CDa
no -wum, II, Irico ni: 1111-11@	gr	1 III G	IBIII	2075	,
. I. m. ente N'					
e: s. o . i. u. - 'in' illi CbtI a	cr	1-III III9	132.2II	1414	111dii
r. so del \$1.19> HV + Iira	of	121. II	122:14	120. 11	H912
	m'	III	a	1W	DII
idI ua	gr	., BII	IUII	13<33	U, 111
e5'1 dsl & IIIIle	lr	1 1\$1	t '54	129. 11lo	rni
CoIIIeIIIIdo da (IIIIII)	3/4	f: D	7. 1. 1	to. -	tUO
...ESO ...Olumiin@ al! JOO	atI fff	UII*	i. ffl	UIO	üm

1. II8C  
10.4

I. ACION HUr, letAIiHIEff DAD



ai AL  
JEFE DE WOO...  
i/c., e. ro Civil au;

fflr.j,5 !



**EN&AYO PROCTOR MODIFICADO**  
 JdOR M,Si,ro T-1110 MTM D 1&571

LA&QIAT:OIU0-MECANICA, DE SUEI.CS. CONC. SVPVIME14TOS

tyHll A!G!Q!Z!le-IBNCIf IASUB!!MwNI CIII.LI, GARJ::E!T: SAN FRINCI6CO- J@J::11.COCHA MEDWfj; L., IHC  
 D GLA\*\*5FJu,11C. RII:UCAR :!123  
 IJOUGIFA BACH Jii01\*1At OONIALE IJIII.LI.  
 OJ.tiC:A.1V1, I!1.STUDIDDe S,EL0II rEC:N1t;O!A' LIM  
 Y CION CAAR IIAN I' CISGCI- AAI FIECMA 21ABOOTQIICW

111108 DE U.

=WJ. MIJ FRANA.TVRAi IRO'liiaill,i  
 IR,lc MN\* III,IWEZCU."III"Al,T RE Cl.AIII",i.\$ i  
 pftOI, IIT1I I!IO! Cl.ASF., i

**QOMP MIION**

	NOIATIII AOC	IIIUIIIIO	NOUJIIWIO	IIANffAIO,	III SATIIMDO	UIUIHMI
ruie lii mmmre	129110		1.2"e		1a73D	
mot:10 rm	15EEJ				II:3Q	
!!!-kl InImedo lB>l	USJII		1-46		ISIF	
del III" III (c,al,1	2Hn		2.u		3:FO	
húmeda firern,1	E:OM		...u		m	
SIRHO Mn1111:lo • laf:IIU	"II"II		3110		-4!	
8lalo I111:0- IIII (m)	S.1 1		2<:III		:má,	
P. ilIIIIILIS(a)	allj2		P.S		le...	
P,eso dt\$1V0ic, sem' III	3111.1		Ji		= mu	
ContelJido dt: lumldllo.....	0511				ü	
soca fljI;(m')	tAIIQ		9 1 1		t.HI	

**EXPAIIION**

FEli:HA	iON'A	11EII'O	111M.	B C'MIQI	IML.	EJ:YAMBIOII	IML	IEJ:ANBIONI
1111111111	1111Q		111	1111	1111	OD.	1111	1111
1111111111	1111Q		111	1111	1111	OD.	1111	1111
1111111111	1111Q		111	1111	1111	OD.	1111	1111
1111111111	1111Q		111	1111	1111	OD.	1111	1111
1111111111	1111Q		111	1111	1111	OD.	1111	1111

e.e

ieNE "f Qj	CUJU St	MOUMIIP	MOUMIIP	MOUMIIP	MOUMIIP	MOUMIIP	MOUMIIP	MOUMIIP	MOUMIIP
Cl.a.Q									
(1635									
2111									
5									
3111									
5,tw									
2111									
fl1-1111									

EST " 4)m.L

4i,cfi IO; --ore;0  
 J I@HASC

C.I.P. 118131





**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MSHTOT-189, ASTM D 1557)

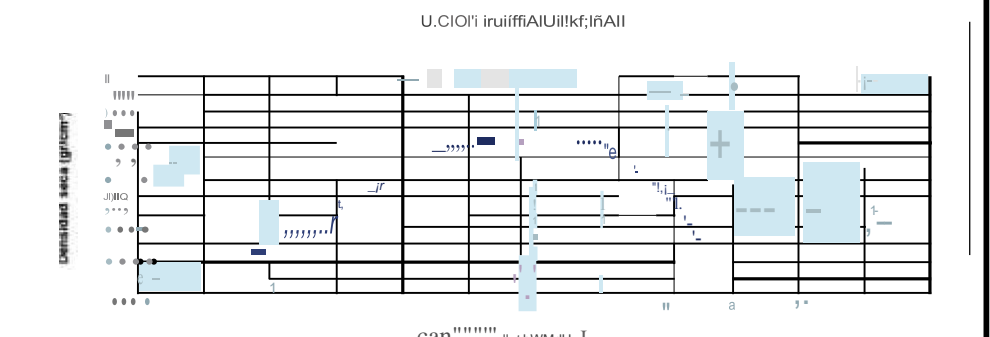
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TESIS:** RIGIDIZACIÓN DE LA SUBR...  
**SOLICITA:** BACH...  
**CALICATA:** ESTUDIO DE SUELOS  
**UBICACIÓN:** CARRETERA SAN FRANCISCO - YARINACOCHA

**PROYECTO:** ...  
**MUESTRA:** ...  
**PROF. (m):** ...

**DATOS DE LA MUESTRA**

Peso suelo + molde	gr	9741.0			
Peso molde	gr	5523.0			
Peso suelo húmedo compactado	gr	4218.0	4448.0	4750.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2103.0	2103.0	2103.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.006	2.114	2.261	
Recipiente N°		1	2		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	120.54			
Peso del suelo seco + tara	gr	115.34			
Tara	gr	0.0			
Peso de agua	gr	5.20			
Peso del suelo seco	gr	115.34			
Contenido de agua	%	4.51			
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.919			



  
 ESTUDIO TÉCNICO DE SUELOS E.T.R.L.  
 Ladislao Trujano Moreno  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 Edward Enrique Ramos Cleviso  
 Ingeniero Civil  
 C. I. P. N° 119137



**&:NSAYO PROOTOR MODIFGAOO**  
INORW. AASH"O"180. ASTM D 15.571

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

TEBIS: "1ClalV.CIVJN01! I. A. Y II DE LA CA.RREVERA-.S.W FRAL(CJBCD.C.: : HA MEIII!RTE NI: \_N  
MgQL.i".A."IF R LICJA ILL...III23  
sou:;irc MCH. JHJeiii.TWNOO!Ibii..ES AM1/t  
eAUGUA nnnoo !SuELoo IIECNICO LAB.

**CARRETERA SAN FRANCISCO - YARINACÓCHA** FECHA: 2, AGOS10 ZI2J

**DATOS DE LA MUESTRA**

PROGRESIVA : MUESTRA NATURAL P Rf:11V11.,  
t,t|ej,Q1tj MN :!Ini, CU.AE,FTIC/11,R8CII.L.AD., CU,SF. t  
PRUff.lmt 1,:OM Cu.IIF. i:,:M

**COMPACTACION**

<p>1</p>	<p>500-H<sub>1</sub> (a)</p> <p>/ol</p> <p>(U)</p> <p>SC,:O foil</p> <p>lum!&lt;=t"11,1</p> <p>iC=[a,cm"</p>	<p>11</p> <p>11</p> <p>4.11</p> <p>2Jn2</p> <p>m,i1</p> <p>210.,</p> <p>,1J</p> <p>2,0.1</p> <p>e.115</p> <p>1111,</p>	<p>121111,</p> <p>11.B)</p> <p>4</p> <p>ml</p> <p>11.151</p> <p>12&lt;1.:!</p> <p>1.BB1</p>	<p>NO UnJIIIAOO</p> <p>1 1 1</p> <p>IM8J</p> <p>...m</p> <p>m</p> <p>211</p> <p>12</p> <p>Ut</p>
----------	--	--	---	--

**!EJCPAMION**

FEQU.	HMA	III:PIII	EIC.A	IIIOM	IIIJ.	IIIOL:IIIIOI	OOIL	EXIIPBIOI
TTTT	111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
11911	11	11	11	11	11	11	11	11
1111B	11	11	11	11	11	11	11	11
11111	11	11	11	11	11	11	11	11

5,1

**ION**

PENETRACION	N	CORRECCION				MDUE N			
		C	kg	kg	%	CARGA	CORRECCION	kg	%
11111	16	15.5	12	12.5	10	10.5			
	32	32.4	20	20.4	23	23.5			
	52	52.4	46	46.4	40	40.4			
10 J	85	85.4	70.2	70.6	51	51.4	50.5		
1.111J	145	145.3	148.3	148.3	116	116.3	113.5	5-6	
	195	195.3	175	178.3	157	157.3			
111J	250	250.2	318	318.1	m	m.2			

ESTUDIO TECNICO DE SUELOS E.I.R.L.  
Ladislao Inuma Moreno  
JEFE DE LABORATORIO





• M&Mud., 1  
 <...M d'L, Am...004+  
 CIM&HM clol\*  
 equip. 4ñi III it:§,pan'billul\* 981

**REL DE SOPORTE REDE**

(NORMA AASHTO -ttl, -stti D lau)

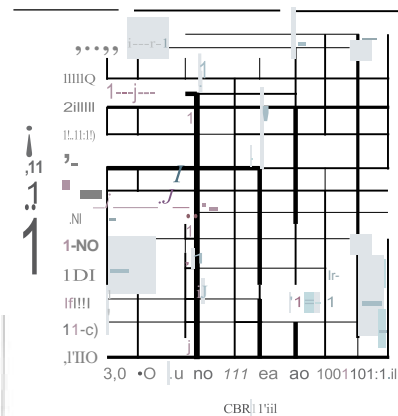
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TITULO:** SUBESTACION DE LA CARTE JERA SAN FRANCISCO - SANAGUCHA MEDIANTE LA INCORPORACION DE MEZCLA ASFALTICA REICLADA, UCAYALI, 2023  
**SOLICITA:** BACH. JHONATAN GONZALES SALDANA  
**CALCATA:** ESnlDIO OE iJU@05  
**UBICACION:** QNHU15'ERAIIRFRiNo.:5(0 • YARLI:OCUJ, FECEM/ 21 -GOSTD2:m

**PROGRESIVA:** TII, IqN, \A\JML  
**MUESTRA:** Ji, i11 • Metu, ABF TICII It c:ICUJA  
**PRDF. (m):** UIGM

**IIATOHOIELA TRA**

**PROGRESIVA:** TII, IqN, \A\JML  
**MUESTRA:** Ji, i11 • Metu, ABF TICII It c:ICUJA  
**PRDF. (m):** UIGM



I/IEJrc,olle c:01,i,cTAClali  
 M ""(JUUBIYIADife...  
 Of>ff,10 COti IIJIO EEEIJMEDAO!!11  
 ..... -1 | \51.mJI  
 m-., .IEEIIIIIIIE(cii 1F,mJI

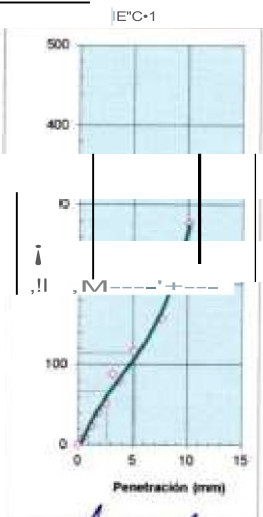
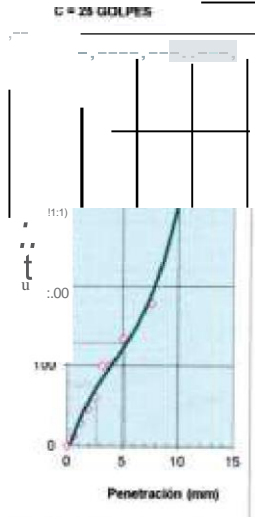
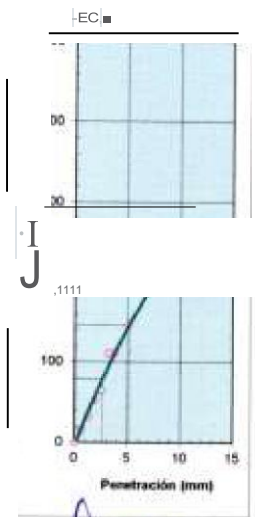
ASTII D1557  
OIQ  
ee  
.,7!!  
.m

C.B.R	100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.6	0.2"
...	95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.8	0.2"
C.B.R	90% de M.D.S. (%)	0.1"	5.7	0.2"

**M'MIIIOOI:-**  
 • <toQULI.IIII\*IIIII'II.D.S.  
 11\_cloi:BJLIII 11!, II Oi.W.D.S.  
 VIIIOI-ea\* al -e-d'oiIII.II.4.

	9.1	(%)
	7.8	(%)
	5.7	(%)

ERVACIONES:



TUDIO TECNICO DE SUELOS E.V.R.L.  
 Inuma Moreno  
 JEFE DE LABORATORIO

Edvato Enrique Ramos Cevallos  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. N° 119137



rac:"1• bN:la|dfl tth11  
cr., yf@) llnoihbdo tca  
- . 1, j, ; Imrod oio,-  
!i-ic;

EN::IAIU. "''''", "

fiNORMA AAShto-r. u10, ASTI,olo 1:0

LASORAT IO MECANICA DE SUEWS, CONCREFOS. y ?AVIMENTOS

DE

III LA eAlfJii"PUJJI,S""1M>1Ci\$ra+VAAINM:OCHA. MEDIINTE IHOORPC -a.i

Ile MEZC\AMFÁLJCAR

ve,,:; :112)

I JHONATAH GIIHZ,I,I;

U!!CACIOM \$Wt>:ODESUELOS  
I:AIINETERA I'IV<:;J!>- 7

"IENK»  
FEdHA

LIM  
21 5.-'1'0,IIID

DATDSOE LAMUEITRA

MU TRA T,mAl.

I,n,I • CIII fK:11, Ftct.

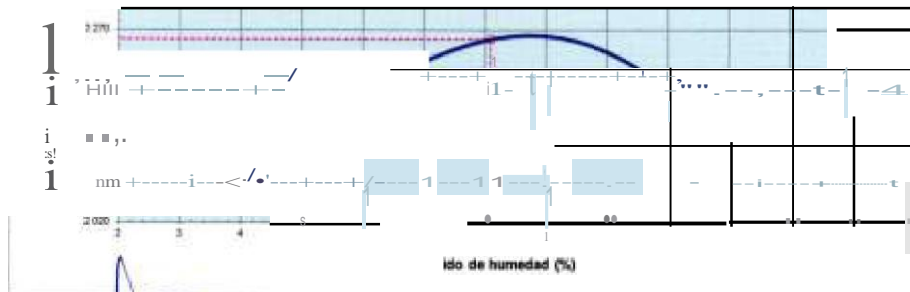
I.VV' : \$, 1  
I.LMIL. ""M01

r,uHO!JQ OE co PACTACION e

Pw .lueio+mc>d&	ár	,alMO	104DIO	1	104310
Pés,o molde.	iii'	'523 o	511- 0	'II;ttO	O
P9o.IINt5D mt,dg D ChidQ	II'	Cl	q	01'3l.0	-0
olumvn del molde	m'	.Ifttl(1	2-fuJD	:muo	::-1110
no vQJumitm:x1hlmMO	ál'	Zl o&	2.:fm	:LUI	2.:1'1
ec:ipifriille			2		4
9no ele! SIIIIO MMII!éto-1'1,!!W	cr	n11:1j	I;ri,;a	1 11>	122+5+
e-Udel f1111110 t-iafa	cr	111111,	11H,j	11e2	1,3-11
8	Qr	CJO	0,0	0,0	0,0
Pl:11iod111a011t1	Ar	4-57	Hl:	11.	1,3,3, 1
Pu: o del aMIID seoo	r'	11Uitl	,;:Jlit	m.a	
Contenido de aa a	"l:	4,10	UIII	1,1g	11,2J
I'e:slI .....	gr/cm*	U7D	,UU	.LM*	:LtiO

11M211dm&flll i'grlntt  
.....rti,J ZL:i-c  
1,1

RIELAC!IO HUIII!EOAJ:t) 51W)



ESTUDIO TECNICO DE SUELOS E.I.R.L.  
Ladislao Inuma Moreno  
JEFE DE LABORATORIO

Eduardo Enrique Ramos Cevallos  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 119137





# Anexo 10. Certificado de calibración del equipo



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
ABORA O 10 DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LFP -063..2023

Página 1 de 1

**Expediente** T050-2023  
**Fecha de emisión** 17/07/2023

**1. Solicitante** !!!!!!!  
Código de identificación: JR.GUTJ.91"-1Slae'i re .CERCII.OOO!!  
O roRTILLO-VICA"ALI

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. Instrumento de Medición** COPA CASAGRANDE

**Marca de Copa** NO INDICA  
**Modelo de Copa** NO INDICA  
**Serie de Copa** NO INDICA  
**Código de identificación** NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar** iobi  
IR eVILLEJIMO SISLEV PL.ICAU. U :t t  
21 EBRERO

**4. Método de Calibración**  
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM  
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	P - 3410 - 2020	INACAL - DM


**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29.5	29.5
Humedad %	66	67

**7. Observaciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas: uestran en la página 02 del presente doc



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión S.A.C.

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 063 - 2023


Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	55.36	2.21	27.45	47.97	51.76	150.94	122.52	9.99	2.90	13.65
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13.5
TOLERANCIA ±	0.5	0.1	0.5	1.0	2.0	2.0	2.0	0.05	0.1	0.1
ERROR	1.36	0.21	0.45	0.97	1.76	-0.94	-2.48	-0.01	0.9	0.15

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





1 PUNTO DE PRECISIÓN S.A..C.  
LABORATORIO DE CALIBRACION

CEB11FIG\DO DE CALIBRACION N- LFP, 608, 2023

Página 10 de 11

Expediente: 1458-2023  
Fecha de emisión: 2023-02-19  
Solicitante: ENULI O MQMI; QI D) IA EIOS  
Identificación: III.GU!USU!IOS Ilm7 C !I.CMI011it  
I'Clidil';...c.;' FU..CORCNQ. iO CA. YId.J

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

D UI 16.n | 116 | M SACB.R  
.....0. | I" TAMIEO 1.TCWI  
Madnb;,"-511. | F-123  
II4!!!1M P!!!r!!! 6121  
d!!'-' | 1001  
i!!!l!!!lor | I\kEP113  
dt!! | 3,16-clO

Los resultados son validos en el momento y en las condiciones de calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración en la fecha indicada en el instrumento. La presente es una copia del instrumento. La presente es una copia del instrumento. La presente es una copia del instrumento.

117nb11Hldraai  
i. li.!!J&f y IK'MI it, C.!!Q; m  
J I OSISLEY R0795-i'Ut: PLLAA-UCAYALI  
ij-FetREIIO:::10.23-

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

M- ál ditC..fi IH\*01  
Ca!Dr < lizo<l a.4,00 a 18 m .AS-TT,1 4

INSTRUMENTO	MARCA	iUOAO	
CELDA DE CARGA	MAVIN	ZCP - 03900 - 005 - 21	EUCtOf,1-
INDICADOR	MCC		

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	30,0	29,6
Humedad %	66	70

LO& DAffillo 111; ;o

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta a nu11Diiillli...c.dl - ...11; -...1iium a 11 certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



*[Firma]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**:PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C,**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

OE:RTIFI:Al:Q U:RAC N° LFP: 11011 - 2JU

Registra: 22082

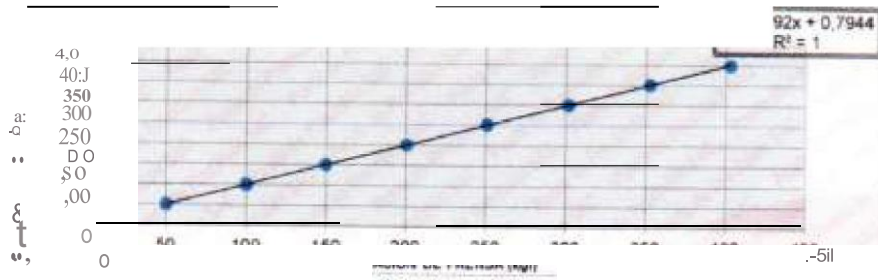
SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
50	50.25	50.15	-0.50	-0.30	50.20	-0.40	0.20
100	100.25	100.10	-0.25	-0.10	100.18	-0.17	0.15
150	150.15	149.90	-0.10	0.07	150.03	-0.02	0.17
200	200.35	200.20	-0.17	-0.10	200.28	-0.14	0.08
250	250.55	250.90	-0.22	-0.38	250.73	-0.29	-0.14
300	302.05	301.45	-0.68	-0.48	301.75	-0.58	0.20
350	352.40	352.15	-0.69	-0.61	352.28	-0.65	0.07
400	402.70	402.80	-0.67	-0.70	402.75	-0.68	-0.03

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

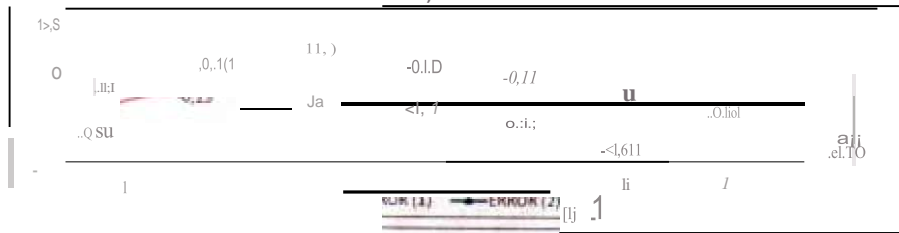
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A - B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación :  $R^2 = 1$

ECI:icid i ' i i z, +07 U

Uldi.n 00 1a1 11#  
V RMD r:itaDHo 11;



GRUPO (1) EFIAORU



*[Signature]*  
 e de Laborator  
 anQ Lull LH Capcha  
 Fte; CP N 51631



Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

<b>ESTUDIO TECNICO DE SUELOS E.I.R.L.</b> JR. GUILLERMO SISLEY 765 PASANDO 1 CDRA DEL MCDO N° 3 CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20393946696</b> <b>E001-34</b>			
Fecha de Emisión	: 16/10/2023	Forma de pago: Contado			
Señor(es)	: GONZALES SALDAÑA JHONATAN				
RUC	: 10459077842				
Establecimiento del Emisor	: JR. GUILLERMO SISLEY 765 PASANDO 1 CDRA DEL MCDO NÂ° 3 UCAYALI-CORONEL PORTILLO- CALLERIA				
Tipo de Moneda	: SOLES				
Observación	:				
Cantidad	Unidad Medida	Código	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	UNIDAD	001	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS - TESIS	1500.00	0.00
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00				Sub Total Ventas : S/ 1,500.00	
<b>SON: UN MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES</b>				Anticipos : S/ 0.00	
				Descuentos : S/ 0.00	
				Valor Venta : S/ 1,500.00	
				ISC : S/ 0.00	
				IGV : S/ 0.00	
				ICBPER : S/ 0.00	
				Otros Cargos : S/ 0.00	
				Otros Tributos : S/ 0.00	
				Monto de redondeo : S/ 0.00	
				Importe Total : S/ 1,500.00	
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.					