



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de un pavimento ecológico con PET reciclado en el sector  
de 3 de octubre, Nuevo Chimbote, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Diego Martinez, Jhon Kendy ([orcid.org/0000-0001-8600-7323](https://orcid.org/0000-0001-8600-7323))

Temple Bonilla, Eddie Enrique ([orcid.org/0000-0003-4409-8743](https://orcid.org/0000-0003-4409-8743))

**ASESOR:**

Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe ([orcid.org/0000-0002-9488-9650](https://orcid.org/0000-0002-9488-9650))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ  
2023

## DEDICATORIA

Agradecemos a Dios por orientarnos en el camino correcto y brindarnos la fuerza necesaria para llevar a cabo el proyecto con éxito.

A nuestros padres, por desempeñar un papel tan crucial en nuestro crecimiento y por su constante motivación para destacar.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, expresamos nuestra gratitud a Dios y a nuestros padres por su guía y por ser parte de cada etapa de nuestra carrera. También, queremos agradecer en especial a mi madre Irma Martínez y mi padre Jorge Diego, por las enseñanzas y el conocimiento que compartieron con nosotros a lo largo de nuestro tiempo en la universidad.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MUÑOZ ARANA JOSE PEPE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de un pavimento ecológico con PET reciclado en el sector de 3 de octubre, Nuevo Chimbote, 2023", cuyos autores son TEMPLE BONILLA EDDIE ENRIQUE, DIEGO MARTINEZ JHON KENDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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.

CHIMBOTE, 26 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑOZ ARANA JOSE PEPE DNI: 32960000 ORCID: 0000-0002-9488-9650	Firmado electrónicamente por: JMUNOZA el 02-12- 2023 08:49:08

Código documento Trilce: TRI - 0665688

# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, TEMPLE BONILLA EDDIE ENRIQUE, DIEGO MARTINEZ JHON KENDY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de un pavimento ecológico con PET reciclado en el sector de 3 de octubre, Nuevo Chimbote, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
EDDIE ENRIQUE TEMPLE BONILLA <b>DNI:</b> 72880605 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4409-8743	Firmado electrónicamente por: EETEMPLET el 26-11- 2023 08:14:52
JHON KENDY DIEGO MARTINEZ <b>DNI:</b> 76380053 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8600-7323	Firmado electrónicamente por: JDIEGOM el 26-11- 2023 08:08:22

Código documento Trilce: TRI - 0665689

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población muestra, muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN .....	30
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES .....	36
REFERENCIAS .....	37
ANEXOS.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Población grupo convencional y grupo adicionado con PET .....	13
<b>Tabla 2:</b> Muestra grupo convencional y grupo adicionado con PET .....	14
<b>Tabla 3:</b> Resultados del agregado grueso .....	19
<b>Tabla 4:</b> Resultados del tamizado para la piedra chancada.....	19
<b>Tabla 5:</b> Resultados del agregado fino .....	20
<b>Tabla 6:</b> Resultados del tamizado para la arena gruesa .....	21
<b>Tabla 7:</b> Diseño de mezcla Marshall para la muestra patrón y adiciones.....	22
<b>Tabla 8:</b> Resultados del ANOVA - Estabilidad .....	27
<b>Tabla 9:</b> Resultados del ANOVA – Flujo.....	28
<b>Tabla 10:</b> Resultados del ANOVA - Vacíos .....	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Curva granulométrica del agregado grueso .....	20
<b>Gráfico 2:</b> Curva granulométrica del agregado fino .....	22
<b>Gráfico 3:</b> Resultados de la estabilidad de las briquetas patrón y adicionadas.	24
<b>Gráfico 4:</b> Resultados del flujo de las briquetas patrón y adicionadas .....	25
<b>Gráfico 5:</b> Resultados del porcentaje de vacíos de las briquetas patrón y adicionadas.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Propuesta de experimento para la fabricación de briquetas .....	11
<b>Figura 2:</b> Curva de Snedecor para F .....	27
<b>Figura 3:</b> Curva de Snedecor para F .....	28
<b>Figura 4:</b> Curva de Snedecor para F .....	29

## RESUMEN

La investigación realizada sostuvo como objetivo primordial determinar la influencia del PET reciclado en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo, y el estudio realizado es un diseño experimental – explicativo de tipo cuasiexperimental. Para la población se consideró 17 briquetas. Se halló que al añadir 3% de PET a la mezcla asfáltica, se hallaron valores de flujo, porcentajes de vacíos y estabilidad de manera superior a la convencional, y dentro de los parámetros de la MTC E 504. En conclusión, mediante el análisis inferencial mediante el ANOVA, que la incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico; sin embargo, al adicionar 3%, se encuentran valores dentro de los rangos establecidos por la MTC.

**Palabras clave:** Mezcla asfáltica en caliente, diseño de asfalto y asfalto ecológico.

## **ABSTRACT**

The conducted research had as its primary objective to determine the influence of recycled PET on the mechanical properties of the asphalt mixture for a flexible pavement. The research type is applied with a quantitative approach, and the study employed an experimental-explanatory design of a quasi-experimental type. The population considered consisted of 20 briquettes. It was found that by adding 3% of PET to the asphalt mixture, values of flow, void percentages, and stability were found to be higher than conventional, and within the parameters of MTC E 504. In conclusion, through inferential analysis using ANOVA, the incorporation of recycled PET at 1.5%, 3%, 4.5% significantly improves the mechanical properties of the asphalt mixture for an ecological pavement; however, with the addition of 3%, values fall within the ranges established by the MTC.

**Keywords:** Hot mix asphalt, asphalt design, eco-friendly asphalt.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de plásticos, incluyendo el PET, a nivel global ha llevado a una crisis medioambiental de proporciones alarmantes. Los productos de PET se encuentran en todo, desde botellas de bebidas hasta envases de alimentos y textiles. La falta de una gestión adecuada de estos residuos ha resultado en la contaminación de los mares y la degradación del entorno natural. Los plásticos se descomponen en microplásticos, que ingresan en la cadena alimentaria y afectan a la vida marina y la salud humana. (Ben et al., 2022, p.9) La tesis podría explorar cómo el reciclaje de PET en la construcción de pavimentos ecológicos puede ser una estrategia eficaz para reducir la contaminación de plásticos a nivel mundial y mitigar el agotamiento de recursos naturales utilizados en la construcción.

En el contexto peruano, la gestión de residuos plásticos es un problema apremiante. Aunque se han realizado esfuerzos para promover el reciclaje, la infraestructura y la educación en materia de reciclaje siguen siendo insuficientes. (Botero et al., 2018, p.34) Esto ha llevado a la acumulación de residuos plásticos en vertederos y áreas urbanas, incluyendo Nuevo Chimbote. Además, la construcción de pavimentos convencionales a menudo implica la explotación de recursos naturales, como agregados y asfalto, lo que aumenta la presión sobre el medio ambiente. La tesis podría analizar cómo la adopción de pavimentos ecológicos con PET reciclado podría contribuir a reducir la cantidad de plástico en los vertederos, disminuir el rastro de carbono de la construcción y fomentar la calidad en las infraestructuras civiles en el contexto peruano.

En 3 de octubre, Nuevo Chimbote, los problemas locales se centran en la infraestructura vial deficiente y la acumulación de residuos plásticos. Las calles en mal estado pueden dificultar el acceso y la movilidad de los residentes, afectando negativamente su calidad de vida y el desarrollo económico de la zona. Además, la presencia de botellas de PET y otros residuos plásticos en el entorno local es evidente y puede causar problemas de contaminación y salud pública. La ausencia de un sistema adecuado de gestión de residuos plásticos y la necesidad de mejorar las condiciones

viales son cuestiones de preocupación en la comunidad. La tesis podría explorar cómo la implementación de un pavimento ecológico con PET reciclado puede abordar estas problemáticas locales al mejorar la infraestructura vial y contribuir a la limpieza del entorno, al tiempo que involucra a la comunidad en prácticas sostenibles y la gestión de residuos a nivel local.

De lo anteriormente formulado, se plantea el siguiente problema de investigación; ¿Cuál es la influencia del PET reciclado en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible?; de igual manera, los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para una mezcla asfáltica?; ¿Cuál es el diseño de mezcla asfáltica para la muestra patrón, y para la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?; ¿Cuál es la estabilidad de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?; Cuál es el flujo de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?; Cuál es el porcentaje de vacíos de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?.

Ante la problemática expuesta se genera la justificación práctica, ya que la construcción de pavimentos ecológicos con PET reciclado podría significar una mejora significativa en la infraestructura vial, facilitando el acceso y la movilidad de los residentes, lo que a su vez tendría un impacto positivo en la calidad de vida y el desarrollo económico de la zona.

A su vez, la justificación teórica, ya que, se explorará teóricamente cómo la inclusión de PET reciclado en la mezcla asfáltica podría mejorar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento, lo que se respalda en investigaciones previas en el campo de la ingeniería civil y la construcción de pavimentos.

Por otro lado, la justificación social, ya que se busca abordar problemas sociales locales al mejorar las condiciones viales, lo que beneficiaría

directamente a los residentes de 3 de octubre, Nuevo Chimbote, mejorando su calidad de vida y la accesibilidad a servicios y oportunidades.

Además, se usó, metodología científica rigurosa para cuantificar la influencia del PET reciclado en la resistencia del pavimento flexible. Esto incluye pruebas de laboratorio, análisis de datos y evaluación comparativa entre las muestras patrón y las muestras adicionadas con partículas de PET.

Por otra parte, la justificación ambiental, ya que la inclusión de PET reciclado en la construcción de pavimentos puede contribuir a la reducción de la huella de carbono de la construcción, al evitar la explotación de recursos naturales y la reducción de emisiones relacionadas con la producción de materiales convencionales.

Para conseguir lo descrito con anterioridad, se establece el siguiente objetivo general, determinar la influencia del PET reciclado en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible. Por otro lado, los objetivos específicos: (1) Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados utilizados en la mezcla asfáltica mediante ensayos de laboratorio. (2) Realizar el diseño de mezcla asfáltica para la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el diseño Marshall. (3) Determinar la estabilidad de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall. (4) Determinar el flujo de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall. (5) Determinar el porcentaje de vacíos de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.

En base a los estudios precedentes y los planteamientos teóricos expuestos, se plantea la hipótesis general:  $H_i$ = La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico.  $H_0$ = La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5%, no mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico.

## II. MARCO TEÓRICO

El estudio de Asmael y Waheed (2018) investigó la influencia de la modificación de polímeros en el rendimiento del pavimento asfáltico, que se ha visto afectado en un aumento del tráfico en los últimos años. Se compararon tres tipos de polímeros (PVC, resina de fenol y PET) en mezclas de asfalto con diferentes porcentajes de polímero (2%, 4% y 6%). Se evaluó la durabilidad de tracción y la estabilidad retenida a dos temperaturas (25°C y 45°C) para analizar la respuesta a cambios de temperatura. Los resultados indican que la adición de un bajo porcentaje de PET mejora la resistencia a la tracción, lo que sugiere que las mezclas de asfalto modificadas con poliestireno son adecuadas para condiciones climáticas frías. (p.12)

Arroyo et al. (2018) evaluaron el uso de PET en mezclas asfálticas en países en desarrollo y su impacto ambiental en carreteras. Compararon mezclas asfálticas convencionales con PET utilizando un enfoque de "elección con beneficios". Encontraron que el betún recubierto de caucho (RB), aunque 1.4 veces más costoso en producción que el asfalto convencional, resultó más rentable en carreteras chilenas y más económico de mantener. En resumen, el uso de PET en mezclas asfálticas es práctico y con beneficios socioambientales, como la reducción de la variabilidad climática, disminución del ruido y menor emisión de gases contaminantes (p. 34).

Por otra parte, el estudio de Bansal, Misra y Bajpai (2017) se centra en la utilización de materiales reciclados como sustitutos parciales del betún en la producción de mezclas asfálticas. Realizaron un "Análisis de Estabilidad Marshall" en muestras con residuos plásticos (4%, 6%, 8%, y 10%) reemplazando parte del betún y caucho triturado (5%, 10%, y 15%). Los resultados mostraron que el remplazo parcial del asfalto por residuos plásticos aumentó la resistencia en un 16% en comparación con las mezclas convencionales, mientras que el uso de caucho resultó en un aumento de alrededor del 50%. Los datos sugieren que es viable obtener hormigón asfáltico con la resistencia. (p.16)

Así mismos Quiroz (2018), en su presente proyecto usaron diferentes porcentajes de cemento asfáltico con 1% de agregado PET, analizando sus

propiedades como estabilidad, flujo, % de vacíos y rigidez. Por otra parte, concluyeron que el incorporar PET en la mezcla asfáltica en caliente, incrementa y mejora sus propiedades ya mencionadas. (p.6)

En el estudio de Del Barco et al. (2020), se busca diseñar un asfalto modificado con caucho líquido (LR), que consiste en una mezcla homogénea de 50-70% de caucho de neumáticos reciclado (RTR), aceite pesado y biestearato de etileno (EBS). También destacan la amplia utilización del betún modificado con polímeros (PMB) en aplicaciones de membranas para techos y techos. La investigación evalúa los efectos de LR y EBS por separado, los compara con PMB y emplea el método de superficie de respuesta (RSM) para optimizar propiedades reológicas y tradicionales a diferentes temperaturas.

De tal manera, en el artículo de Bressi et al. (2019), se busca describir los procesos, mecanismos y tecnologías clave relacionados con el uso de PET reciclado en pavimentos de carreteras. El reciclaje de PET de botellas para aplicaciones en ingeniería civil está en constante desarrollo y maduración. El estudio proporciona datos precisos obtenidos de una revisión exhaustiva de la literatura sobre materiales y procesos de infraestructura. Se analiza el estado de la investigación, la dirección y el progreso del reciclaje de PET tanto en el país como en el extranjero.

De igual forma, Cueva y Diaz (2023), nos indican que el propósito de su estudio era determinar si el pavimento flexible afectaría la capacidad de tránsito del tramo Mirador Bellavista-San Vicente Alto en Cajamarca, Perú, Perú en el año 2022, el diseño estructural se terminó utilizando la metodología AASHTO 93 para satisfacer las necesidades y características particulares del lugar de estudio. Para el diseño estructural se seleccionaron los espesores 0.06 m, 0.15 m y 0.15 m para lograr un CBR de 14.7%. En conclusión, se puede decir que el segmento entre Mirador Bellavista y San Vicente Alto es más amigable al tránsito debido al pavimento flexible.

De igual modo, Correa y Sotero et al. (2021) se centró en determinar el efecto del PET y el polipropileno reciclado en la resistencia, impermeabilidad

y flexibilidad de recubrimientos flexibles. Se evaluaron inestabilidades y cambios en la resistencia de deformación de recubrimientos de polipropileno reciclado (1%, 3%, 5%) y se analizaron los efectos de la adición de PET y polipropileno reciclado (1%). Los resultados mostraron que con la inclusión del 1% de PET y polipropileno, se lograron valores de estándares de estabilidad de 1149 kg, su flujo de 3.39 mm y 4.48% de vacío, cumpliendo con los parámetros requeridos. El polipropileno demostró una estabilidad de 1081 kg, una deformación de 3.51 mm y una porosidad del 4.65%, lo que también se ajusta a los estándares establecidos.

De tal manera, Chávez y Zavala et al (2022), analizaron el impacto del caucho reciclado y el polietileno en mezclas bituminosas en caliente utilizando parámetros de diseño Marshall. Sus resultados específicos son los siguientes: El primer objetivo específico mostró un aumento en la estabilidad, pasando de 1.174tn a 1.886tn con la adición del 1% más 2% de polímero reciclado, y de 1.174tn a 1.871tn con un 1% de PET. En cuanto al flujo de Marshall, se logró una fluencia de 12.3 con un 1% de polímero, cumpliendo con los requisitos entre 8 y 14. Sin embargo, el PE no generó fluencia en ningún porcentaje evaluado. Se observó un aumento en los porcentajes de vacíos.

A la vez, Chavarri y Rubio et al (2020), el objetivo de su investigación para optar al título de ingeniero, es determinar cómo afecta al medio ambiente el uso de fibras de neumáticos en la producción de adoquines en el cantón de Ambato. Para ello, utilizaron una metodología cuantitativa para crear adoquines con un sistema de adoquinado utilizando porcentajes de 3%, 5% y 7% de grano de caucho en el agregado de arena. 15,28 MPa (a los 3 días), 23,38 MPa (a los 7 días) y 34,26 MPa (a los 28 días) fueron los resultados de las pruebas de módulo de ruptura. En base a eso concluyeron que los resultados varían en base a los porcentajes señalados, dando a entender que el caucho reciclado no se debe utilizar.

De igual manera, Lugeiyamu, Kunlin, Mensahn y Faraz (2021), planea realizar un análisis utilizando muestras de residuos plásticos (PET y HDPE)

en su investigación para el grado de ingeniero civil con porcentajes de 1,3 y 5% reemplazando los agregados finos. Para esto utilizaron el método Marshall, también un método no experimental y una investigación correlacional. Obtuvieron una muestra, población y muestreo de 84 briquetas, dando inicio a las actividades del control de la calidad, donde analizaron en el fluido, para obtención de la deformación y la flexibilidad. Como conclusión se obtuvo que al incorporar un 3% de PET para un pavimento flexible aumenta las resistencias a las deformaciones, pero en vez la flexibilidad disminuye un poco.

Por otro lado, para poder definir los conceptos teóricos, comenzaremos con que el pavimento flexible, son estructuras de carreteras que constan de varias capas de materiales, con la capa superior compuesta generalmente por una mezcla asfáltica. (Bobadilla et al., 2022, p.12)

Están diseñados para ser flexibles y pueden soportar cargas vehiculares al distribuir eficazmente el peso a lo largo de varias capas. Esto permite que el pavimento se adapte a las deformaciones y tensiones causadas por el tráfico. Las capas típicas en un pavimento flexible incluyen la subrasante, la base, la sub - base de la rodadura de las capas. (Vásquez y García, 2021, p.23)

Los pavimentos flexibles consisten en varias capas de materiales con diferentes propiedades para cumplir con diversos propósitos: pueden soportar deformaciones sin sufrir daños estructurales permanentes, lo que los hace adecuados para áreas con tráfico variable; son resistentes y duraderos en condiciones cambiantes, con ello se identifica que son adecuados en el entorno viales y, además, se utilizan comúnmente en carreteras, autopistas, calles urbanas y otras áreas con tráfico variable. (Camacho, goméz y López, 2019, p.18)

Por otro lado, la mezcla asfáltica, esencial en la construcción de carreteras y pavimentos, constituye un compuesto ingenioso que combina elementos clave para garantizar resistencia y durabilidad. (Chávez et al., 2019, p.9)

En su elaboración, se emplean principalmente dos componentes fundamentales: los agregados minerales, que incluyen grava y arena, y el asfalto, también conocido como betún, derivado del petróleo. Este último actúa como aglutinante, proporcionando cohesión a la mezcla. (Flores, 2018, p.15)

El proceso de producción inicia con el calentamiento del asfalto para reducir su viscosidad, facilitando así su mezcla uniforme con los agregados. En la planta de mezcla en caliente, se lleva a cabo la combinación de los agregados calientes con el asfalto, dando lugar a una mezcla homogénea que será transportada y extendida sobre la superficie a pavimentar. Posteriormente, la compactación se realiza mediante rodillos pesados para lograr la densidad adecuada, mejorando así la resistencia y durabilidad del pavimento. (Ghiasi, Faghihi y Shayegani-Akmal, 2022, p.19)

De igual manera, tiene propiedades mecánicas, por ejemplo, la resistencia, es la capacidad del pavimento para soportar cargas sin deformarse permanentemente. Una resistencia adecuada es esencial para evitar deformaciones bajo cargas pesadas. Así mismo, la elasticidad, es la capacidad del pavimento para recuperar su forma original después de haber sido sometido a cargas. Un alto módulo de elasticidad es deseable para mantener la estabilidad. La adherencia, significa la capacidad de las capas del pavimento para mantenerse unidas es crucial para prevenir el desgaste prematuro y la formación de grietas. (Vila y Jaramillo, 2018, p.12)

La resistencia a la fatiga es importante para la durabilidad del pavimento y su capacidad para resistir daños acumulados bajo cargas repetidas. Para la investigación, utilizaremos el Método Marshall, que es un enfoque utilizado en el diseño y control de calidad de mezclas asfálticas. (Eriksen et al., 2019, p.12). Implica la compactación de una muestra de mezcla asfáltica en un molde Marshall a una temperatura específica y bajo una presión determinada. Luego, se miden propiedades como la estabilidad y el flujo para garantizar que la mezcla cumpla con los requisitos de diseño y calidad.

Así mismo, todos los resultados, procedimientos estarán basados en la normativa del Manual de Carreteras (MTC), el cual, es una referencia técnica ampliamente utilizada en Perú para guiar el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras. Contiene normativas y procedimientos que cubren una amplia gama de aspectos de la ingeniería vial, incluyendo aquellos relacionados con pavimentos flexibles.

Agregaremos, el PET, el cual, es un polímero termoplástico ampliamente utilizado en envases de bebidas, textiles y otros productos. Es conocido por su resistencia, durabilidad y reciclabilidad. En el contexto de tu tesis, el PET reciclado se refiere a la reutilización de envases de PET desechados en la construcción de pavimentos ecológicos. (Mahdi, Senadheera y Ghebrab, 2022, p.4)

Así mismo, el uso del PET reciclado en pavimentos implica la incorporación de partículas de PET en las mezclas asfálticas. Esto tiene el potencial de disminuir la cantidad de residuos plásticos en vertederos y promover la sostenibilidad en la construcción de carreteras. Además, la adición de PET puede mejorar ciertas propiedades de las mezclas asfálticas, como la resistencia a la fatiga y la durabilidad, también puede reducir la dependencia de recursos naturales no renovables, como el agregado, en la construcción de pavimentos. (Chu et al., 2021, p.12)

### **III. METODOLOGÍA**

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

Los diseños de investigación se dividen en dos categorías principales, según el grado de control que el investigador tenga sobre las variables y factores -tanto internos como externos- que se examinan. (Cardiol, 2002, p.1).

##### **3.1.1. Tipo de investigación:**

Se utilizó la investigación aplicada, ya que se contó con argumentos que ayudaron al conocimiento de nuevas tecnologías para ponerlo en práctica para dar una alternativa de implementación.

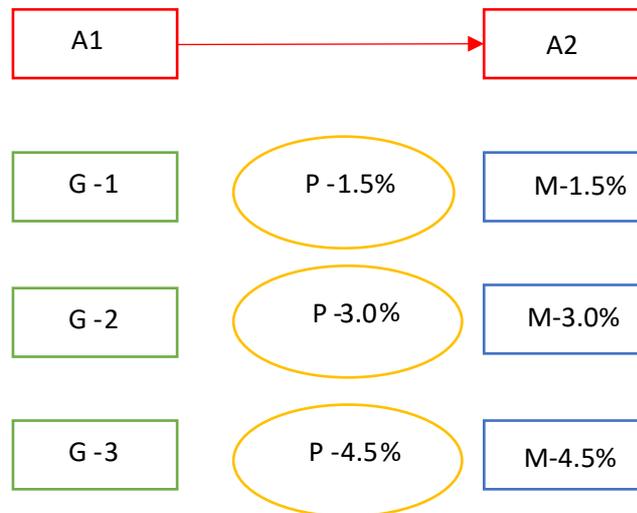
Según Álvarez (2020, p.3), afirma que la investigación aplicada es necesaria y debe mantenerse siempre de forma continua para avanzar en el conocimiento, mejorar las visiones de futuro. Además, la investigación existe desde hace siglos, y en el conocimiento no sólo provocan cambios en la sociedad, sino que también repercuten en la investigación y el desarrollo científicos.

##### **3.1.2. Diseño de Investigación:**

El diseño de investigación fue cuasiexperimental, dado que la población fue seleccionada antes de someterse a evaluación, con el objetivo de obtener mejores y más eficientes resultados de los ensayos de recogida y análisis de datos, para eliminar errores y tomar mejores decisiones.

Según Sánchez (2018, p.45), el diseño del estudio desarrollo cuasiexperimental se basa en los métodos que el investigador utilizó para abordar un problema, desafío o barrera que se planteó en la investigación.

**Figura 1:** Propuesta de experimento para la fabricación de briquetas



Donde:

A1: Mezcla asfáltica tradicional.

A2: Proporción de mezcla asfáltica + PET unificadas (1.5%, 3% y 4.5%).

G-1, G-2, G-3: Resultado de los ensayos de briqueleta patrón.

P-1.5%, P-3.0%, P-4.5%: Adiciones de PET reciclado.

M-1.5%, M-3%, M-4.5%: Resultado de los ensayos de briquetas adicionados.

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

Una variable es una peculiaridad o cualidad, tamaño o cantidad que tiene las circunstancias requeridas para sufrir cambios y ser incluida en análisis, mediciones y manipulaciones dentro de un estudio, según Mejía y Sierra (2017, p. 58).

Según Fidias G. Arias (2012, p. 63) menciona que la operacionalización es una técnica usada en investigaciones científicas para determinar el proceso en el cómo se modificara a las variables de conceptos abstractos a términos determinados, en pocas palabras (dimensiones e indicadores).

**Variable independiente:** PET reciclado

- **Definición conceptual:**

Variable independiente 1: PET reciclado

El PET reciclado es un material plástico hecho a partir de mezclas de ácido tereftalato de polietileno, que les proporciona mayor resistencia, buena transparencia y un leve peso, utilizado para elaborar botellas de bebidas, bolsas, etc. (Paz, 2016, p.46).

- **Definición operacional:**

Variable independiente 1: PET reciclado

El PET reciclado se añade a las mezclas asfálticas para después poder analizar sus propiedades físicas y mecánicas a través de ensayos de laboratorio en porcentajes de (1.5%, 3% y 4.5%).

- **Dimensiones:**

- Dosificación en porcentajes del PET.

- **Indicadores:**

- 1.5%, 3% y 4.5% de PET.

- **Escala de medición**

- Razón

**Variable dependiente:** Pavimento ecológico

- **Definición conceptual:**

Un pavimento ecológico está conformado por un revestimiento asfáltico, encima de una capa de base granular, el cual permite repartir las cargas generadas por el tránsito; además, está conformado por aditivos plástico, ayudando al reciclaje, y convirtiéndolo en ecológico. (Universidad Mayor de San Simón, 2004, P.30)

- **Definición operacional:**

Se analizó las propiedades mecánicas del pavimento flexible, a través de su mezcla asfáltica en caliente con dosificación de los agregados, resistencia a la compresión de especificaciones de asfalto sin adición y con adición del 1.5%, 3% y 4.5% de PET

reciclado, con el fin de obtener resultados que se establecerán según la normativa Marshall.

- **Dimensiones:**

- Propiedades mecánicas.

- **Indicadores:**

- Estabilidad
- Flujo
- Porcentaje de vacíos
- Resistencia a deformaciones

- **Escala de medición:**

- Razón

### 3.3. Población muestra, muestreo

#### 3.3.1. Población:

Con lo correspondiente a la norma establecida NLT-159/86 que nos indica el procedimiento de realización de briquetas de asfalto en caliente y en frío con el fin de determinar la resistencia a la deformación plástica de la mezcla. Se diseñará un total de briquetas asfálticas con incorporación de PET reciclado (MTC E 504).

Según Condori (2020, p.3), la población son componentes accesibles o unidades analíticas relevantes para la especialización desarrollada en el estudio.

**Tabla 1:** Población grupo convencional y grupo adicionado con PET

Muestra Convencional	% de PEN 60/70		5.50%	Total
		N° de briquetas		5
Muestra adicionada	Plástico PET	1.50%	4	4
		3.00%	4	4
		4.50%	4	4
TOTAL				17

- **Criterios de inclusión:** Briqueta asfáltica con agregado de PET reciclado que cumpla con los requisitos para el ensayo Marshall.
- **Criterios de exclusión:** Briqueta asfáltica con agregado de PET reciclado que no cumplan con los requisitos para el ensayo Marshall.

### 3.3.2. Muestra:

Según Cohen y Gómez (2019), nos indican que la muestra, es un subconjunto de población accesible que sea un subconjunto representativo y finito.

Así mismo López (2004, p.1), menciona que, la muestra es una porción o subconjunto de la población o universo en el que se realizará la investigación. Existen métodos para obtener diversos componentes de la muestra, como la lógica, las fórmulas y otros.

Se elaborará un total de 16 briquetas a usar para la elaboración de los ensayos, las cuales se llevarán a laboratorio para estimar sus propiedades física y químicas, se orientará según lo que establece a la normativa MTC E 504.

**Tabla 2:** Muestra grupo convencional y grupo adicionado con PET

Muestra Convencional	% de PEN 60/70		5.50%	Total
		N° de briquetas		4
Muestra adicionada	Plástico PET	1.50%	4	4
		3.00%	4	4
		4.50%	4	4
TOTAL				16

### 3.3.3. Muestreo:

Se consideró el muestreo probabilístico aleatorio para muestras finitas, con la finalidad de poder hallar la muestra. De igual manera, se tomó en cuenta lo establecido por la MTC E 504, que nos indica que deben ser 3 briquetas como mínimo para cada adición.

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$
$$n = \frac{17 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2 * (16 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$
$$n = 16$$

Donde:

n = tamaño de la muestra población a obtener

N = 17

$\sigma = 0.5$

Z = 1.96

e = 0.05

### 3.3.4. Unidad de análisis:

En la investigación de análisis, se utilizan testigos de asfalto con sustituciones porcentuales de pedazos de botella en ensayos granulométricos, con el fin de determinar la resistencia del asfalto con material reciclado. Las briquetas estarán dentro de los criterios de la norma Marshall.

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

### 3.4.1. Técnicas:

Dado que las pruebas permiten al investigador responder a una serie de preguntas mediante la obtención de fichas técnicas para determinar las características particulares de las muestras, con el fin de descubrir aspectos significativos, se empleará adecuadamente la guía de obtención de datos como método de investigación.

Se utilizó un instrumento de análisis granulométrico para determinar las especificidades mecánicas de la muestra en cuestión con el fin de evaluar las características físico-mecánicas.

**Validez y confiabilidad:**

La validez de instrumento que se usa en esta investigación fue mediante una guía de observación: Análisis físico y mecánico del agregado granulométrico (ASTM C136), elaboración del diseño de la mezcla (Marshall), Ensayo Método Marshall (MTC E 504).

La investigación se realizó bajo la validación de juicio por expertos, el cual nos dará una mejor recaudación de información establecidos por la normativa (ASTM).

La validez de un estudio "Se refiere al grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir." (Mardones, 2018, p.12)

De igual manera según Rusque (2003), significa el potencial de una metodología de investigación para proporcionar respuestas a las preguntas planteadas.

**3.5. Procedimientos**

Se procedió a realizar las briquetas con unas medidas de 63,5 mm de altura y 101,6mm de diámetro, incorporando los agregados (PET) en 1.5%, 3% y 4.5%. Posteriormente se procede al calentamiento de la mezcla a 140°C y una vez esta lista, se colocará en el molde para ser golpeada 50 veces como rige el Método Marshall para tráfico pesado. En primer lugar, se llevó a cabo la adquisición de los materiales necesarios para la preparación de la mezcla asfáltica. Se utiliza el cemento asfáltico PEN 60/70, considerado el más apropiado para mezclas asfálticas en caliente. Además, el agregado grueso se extrajo de la cantera Pancho Medina - Huambacho, mientras que el agregado fino provendrá de la cantera La Carbonera. Por otro lado, el plástico PET fue recolectado hasta mediados de 2023, promoviendo así la práctica del reciclaje en la comunidad local.

Luego, se llevaron a cabo ensayos en los agregados en un laboratorio adecuado, con la asistencia de técnicos capacitados. Solo aquellos agregados que cumplan con los parámetros establecidos en los

protocolos basados en las normas técnicas peruanas serán considerados para su inclusión en el diseño de la mezcla asfáltica.

Además, se procedió a trabajar con el plástico PET recopilado, asegurándose de que esté en buenas condiciones, seco y sin contaminantes visibles. Este material se sometió a un proceso de trituración y fue almacenado en un lugar seco.

Una vez que los agregados fueron aprobados y el plástico PET esté preparado en forma de polvo, se realiza la dosificación de la mezcla asfáltica utilizando el método Marshall según la MTC E 504 (ASTM D 1559) para obtener una muestra de control.

Se recopilaron los datos derivados del diseño de la mezcla y se procedió a replicar el proceso con muestras adicionales en las que se añadirá PET en porcentajes del 1.50%, 3.00%, y 4.50%. Se recolectaron los datos correspondientes a cada diseño de mezcla asfáltica.

Con todos los materiales y dosificaciones preparados, se procedió a la fabricación de 16 briquetas de asfalto distribuidas en cuatro grupos: 4 briquetas para la muestra convencional, 4 para la muestra adicionada con 1.50%, 4 para la muestra con 3.00%, y 4 para la muestra con 4.50%. Todas las briquetas tuvieron dimensiones de 64 mm x 102 mm.

A continuación, estas 20 briquetas de asfalto se sometieron a ensayos de Marshall de acuerdo en la MTC E 504, en un laboratorio apropiado, con la asistencia de técnicos especializados. Estos ensayos permitieron determinar propiedades mecánicas del asfalto, como el flujo, la estabilidad y el porcentaje de vacíos de aire. Estos resultados se registraron y se presentaron en gráficos y tablas utilizando el software Microsoft Excel, lo que facilitaron la comparación entre la mezcla estándar y las mezclas adicionadas con PET.

Finalmente, se realizó un análisis estadístico inferencial utilizando el software SPSS para determinar la correlación entre las variables y evaluar la influencia del porcentaje de PET en la mezcla asfáltica.

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

El método fue aplicado y experimental; inicialmente se recogieron datos de campo que permitieron aplicar las pruebas establecidas en la investigación; luego se expusieron los resultados en tablas de Excel de frecuencias y gráficos de barras para mostrar cómo se podían caracterizar los mismos teniendo en cuenta las dimensiones e indicadores del estudio.

Según Huberman (2000, p.183), incluso cuando no se controla el curso de los acontecimientos, el investigador establece comparaciones dentro de la muestra que imitan fielmente el modelo experimental.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los autores de las fuentes teóricas fueron citados utilizando la metodología ISO 690, asegurando que las referencias bibliográficas sean correctas y a la derecha del auto. Este trabajo de investigación se ciñó a todas las directrices del investigador, respetando también los valores y principios morales del código de ética profesional de los ingenieros civiles.

Según Gonzáles (2002), el estudio cultural está sujeto a las mismas consideraciones éticas que se aplican a la ciencia en general.

#### IV. RESULTADOS

**Resultados del primer objetivo:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados utilizados en la mezcla asfáltica mediante ensayos de laboratorio.

**Tabla 3:** Resultados del agregado grueso

Ítem	Requisito	Resultado
Contenido de humedad	1% máx.	0.40%
Peso unitario	-	1491 kg/m <sup>3</sup>
Abrasión los ángeles	40% máx.	12.9%
Partículas chatas y alargadas	15% máx.	3.35%
Determinación de caras fracturadas	85/50	85.5/50.3
Sales solubles totales	0,5% máx.	0,018%
Absorción	1.00% máx.	0.62%

**Fuente:** Informe de laboratorio GEOLAB

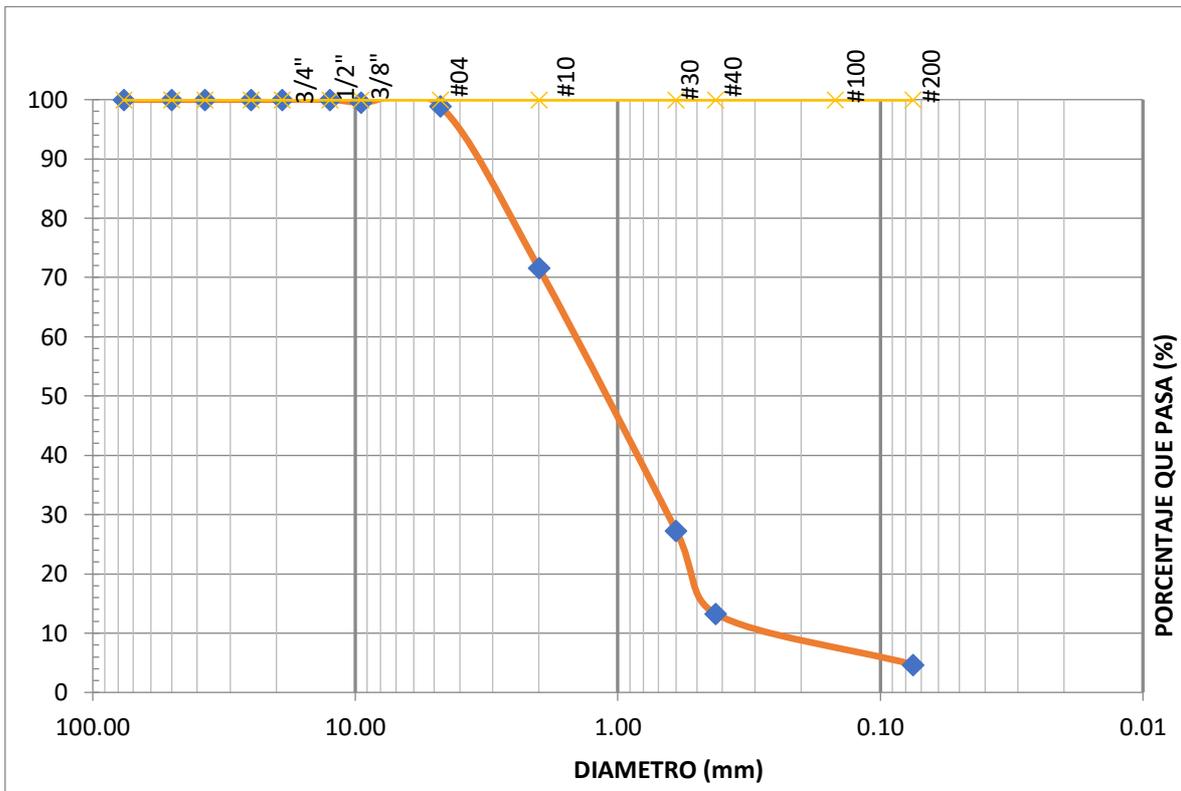
**Descripción:** El agregado grueso extraído de la cantera Chero, cumple con la mayoría de las especificaciones y estándares para su uso en un pavimento flexible de acuerdo a los parámetros de la MTC E 10/ ASTM D 422. Además, la resistencia a la abrasión es del 12.9%, considerablemente por debajo del límite máximo (40%), lo que indica una excelente capacidad para resistir el desgaste.

**Tabla 4:** Resultados del tamizado para la piedra chancada

TAMICES (mm)		PESO RETENIDO (GRS)	% PASA
3/4"	19.1	0.000	100.00
1/2"	12.7	559.0	68.6
3/8"	9.5	598.0	35.0
1/4"	6.3	579.5	2.4
Nº 4	4.8	39.0	0.2
Nº 8	2.4	2.0	0.0

Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB

Gráfico 1: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB

**Interpretación:** El tamaño máximo nominal para el agregado grueso extraído de la cantera Chero, es de ¾". Además, que el tamaño nominal es de ½".

Tabla 5: Resultados del agregado fino

Ítem	Requisito	Resultado
Equivalente de arena	45% min.	83%
Peso específico	-	2.641 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario	-	1649 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	1% máx.	0.59%
Inalterabilidad	15% máx.	7 %
Sales solubles totales	0,5% máx.	0,015%
Absorción	1.00% máx.	0.62%

Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB

**Interpretación:** De igual manera, que los resultados de los análisis del agregado fino indican que cumple con la mayoría de las especificaciones y estándares relevantes para su uso en pavimentos flexibles según la MTC E 107, relacionada de igual manera con la ASTM D 422. Además, el resultado de la inalterabilidad, se encuentra por debajo del límite máximo permitido del 15%, lo que sugiere que el agregado tiene una buena resistencia a la alteración.

**Tabla 6:** Resultados del tamizado para la arena gruesa

TAMICES (mm)		PESO RETENIDO (GRS)	% PASA
3/8"	9.5	0.0	100
1/4"	6.3	5.9	99.6
Nº 4	4.8	13.1	98.9
Nº 8	2.4	261.5	85.1
Nº 10	2.0	256.0	71.6
Nº 30	0.6	338.0	27.3
> Nº 30	0.4	146.8	13.3

**Fuente:** Informe de laboratorio GEOLAB



Arena	650.32	60.00%
PEN 60/70	64.8	5.40%
Plástico	18	1.50%
Grava	439.68	40.00%
Arena	659.52	60.00%
PEN 60/70	64.8	5.40%
Plástico	36	3.00%
Grava	432.48	40.00%
Arena	648.72	60.00%
PEN 60/70	64.8	5.40%
Plástico	54	4.50%

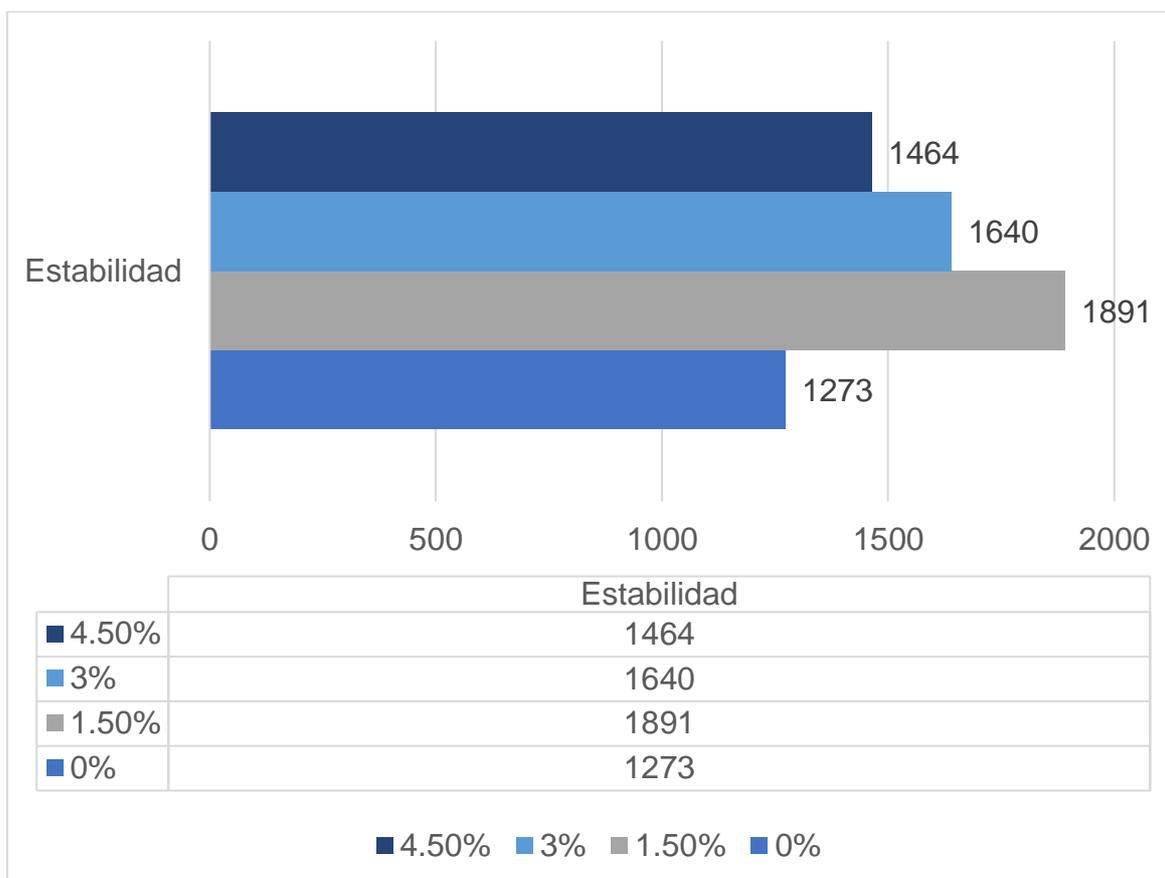
**Fuente:** Informe de laboratorio GEOLAB

**Interpretación:**

Los diferentes valores para el diseño de mezcla asfáltica, adicionando los diferentes porcentajes de plástico. Así mismo, se utilizará en todo, un 5.40% de asfalto, 40% de grava y 60% de arena, según el diseño Marshall MTC E 504.

**Resultados del tercer objetivo:** Determinar la estabilidad de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.

**Gráfico 3:** Resultados de la estabilidad de las briquetas patrón y adicionadas



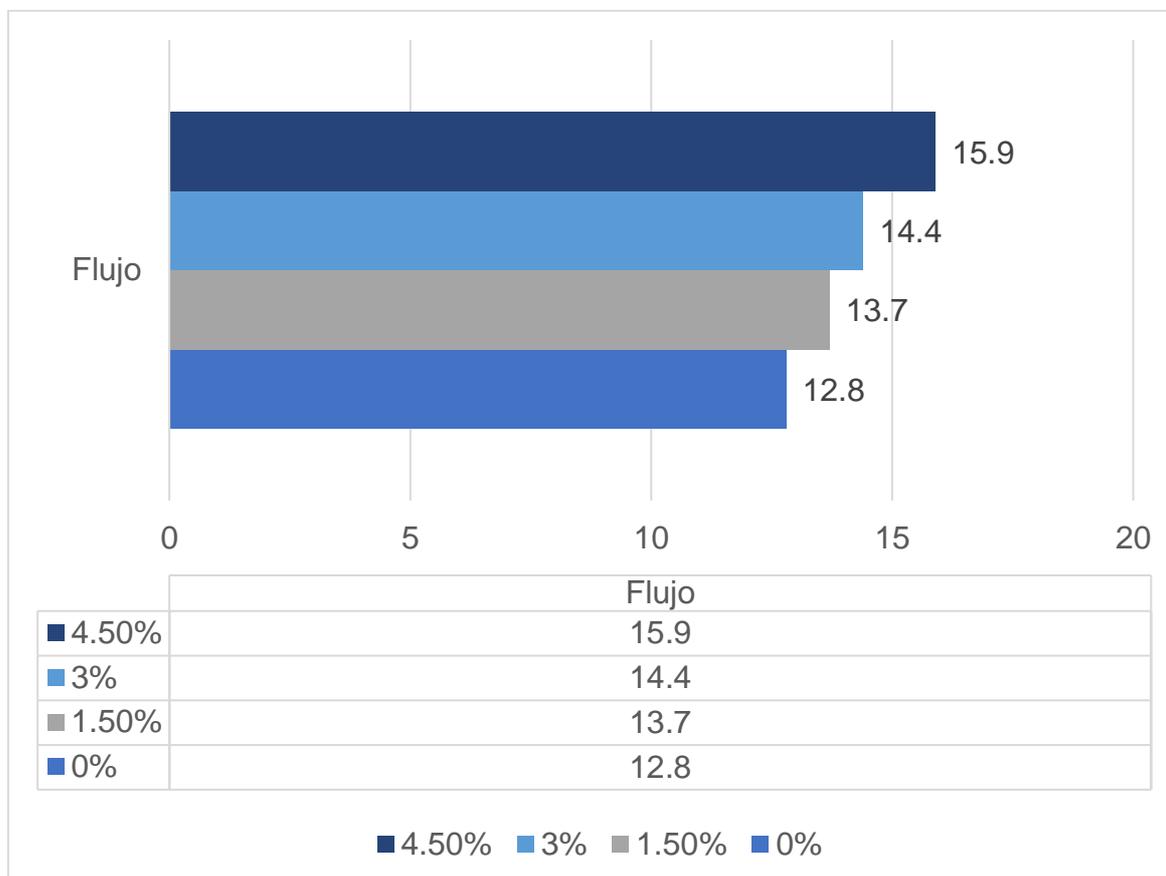
**Fuente:** Informe de laboratorio GEOLAB

**Interpretación:**

La estabilidad aumenta a medida que se adicione mayor porcentaje de plástico en las briquetas. Cuando se menciona que la estabilidad Marshall está "aumentando", generalmente significa que el pavimento es más resistente a las deformaciones y a las cargas aplicadas. Esto es beneficioso, ya que un mayor valor de estabilidad indica que el pavimento tendrá una mayor vida útil y será capaz de soportar el tráfico y las cargas sin sufrir daños significativos. En el contexto de pruebas y análisis de pavimentos asfálticos, lograr un aumento en la estabilidad Marshall es un objetivo importante, ya que indica una mejor calidad y desempeño del pavimento, lo que a su vez reduce la necesidad de reparaciones y mantenimiento a corto plazo.

**Cuarto objetivo:** Determinar el flujo de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.

**Gráfico 4:** Resultados del flujo de las briquetas patrón y adicionadas



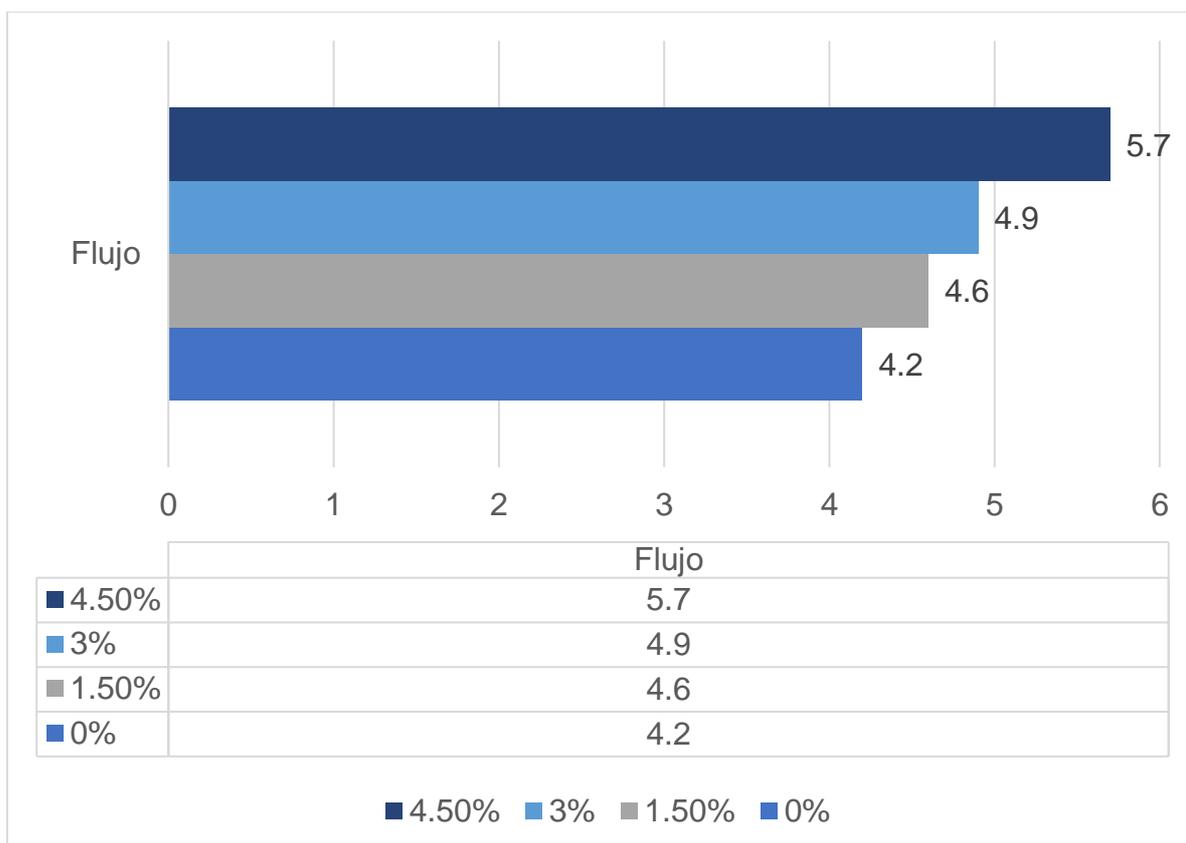
**Fuente:** Informe de laboratorio GEOLAB

**Interpretación:**

A medida que se aumenta el porcentaje de plástico a las briquetas, el flujo tiene una tendencia a aumentar, con respecto a la muestra patrón. Cuando se menciona que el flujo Marshall está "aumentando", significa que la muestra de mezcla asfáltica se deforma más bajo una carga constante o a una temperatura determinada. En otras palabras, un aumento en el flujo Marshall indica que la mezcla asfáltica se ha vuelto más susceptible a deformaciones plásticas bajo cargas y temperaturas específicas. Además, al 3% y 4.5%, sobrepasa el límite para el flujo de una briketa según los parámetros del MTC E 504.

**Resultados del quinto objetivo:** Determinar el porcentaje de vacíos de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.

**Gráfico 5:** Resultados del porcentaje de vacíos de las briquetas patrón y adicionadas



**Fuente:** Informe de laboratorio GEOLAB

**Interpretación:**

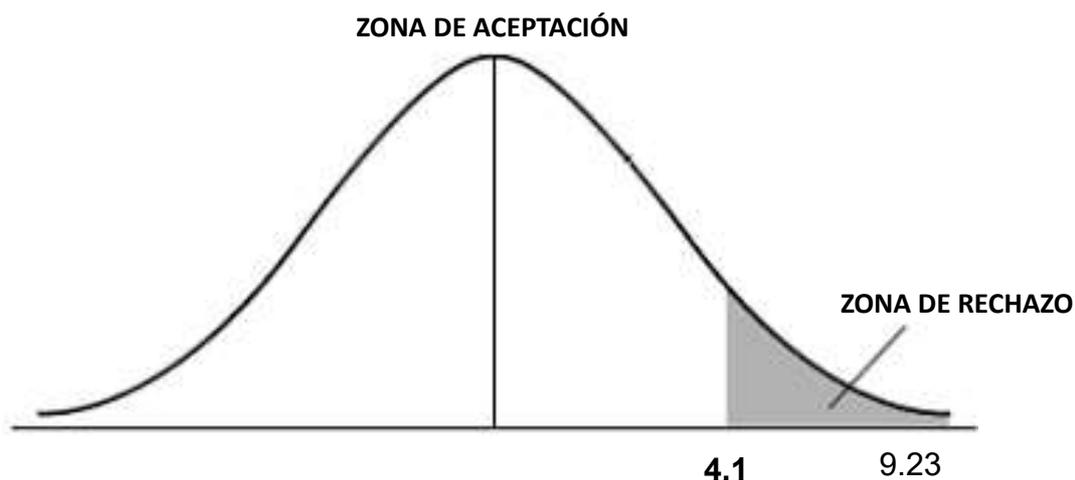
A medida que se aumente el porcentaje de plástico a las briquetas, el porcentaje de vacíos tiene una tendencia a aumentar, con respecto a la muestra patrón. Cuando el porcentaje de vacíos Marshall aumenta, significa que hay más espacio vacío o aire presente entre las partículas de la mezcla asfáltica. Esto generalmente es una señal negativa en el diseño de pavimentos. Un alto porcentaje de vacíos Marshall indica que la mezcla asfáltica no está suficientemente densa o compacta. Además, al 4.5%, sobrepasa el límite de vacíos establecidos por el MTC E 504.

## VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS:

Tabla 8: Resultados del ANOVA - Estabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	386738.917	3	128912.972	9.2331308	0.00562096	4.06618055
Dentro de los grupos	111696	8	13962			
Total	498434.917	11				

Figura 2: Curva de Snedecor para F



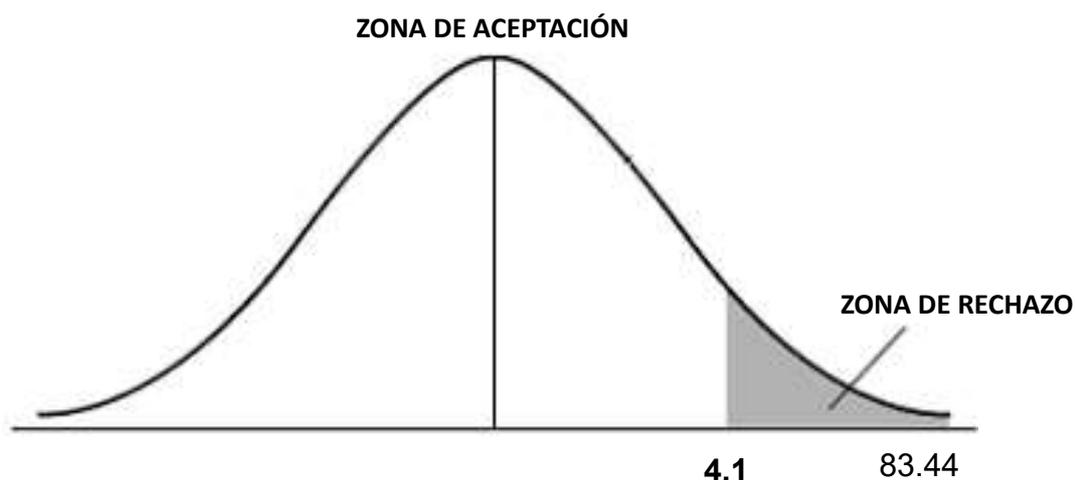
### Interpretación:

El valor de la probabilidad ( $p$ ) es igual a 0.005, cual viene a cumplir con  $p < 0.05$ . Así que esto, nos coloca en el área del rechazo de la hipótesis nula, ya que el valor F es de 9.23, que está más a la derecha que el valor de F crítico de 4.1. La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% mejora significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico.

**Tabla 9:** Resultados del ANOVA – Flujo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				83.44		
Entre grupos	6.6758333	3	2.22527778	7916	2.2347 E-06	4.066180
Dentro de los grupos	0.2133333	8	0.02666667	7		55
Total	6.8891666	7				

**Figura 3:** Curva de Snedecor para F



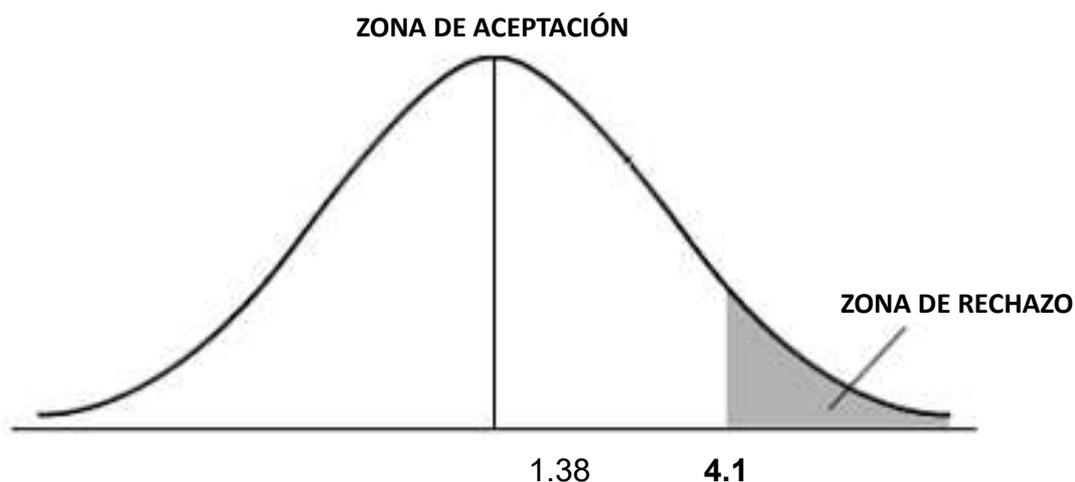
**Interpretación:**

El valor de la probabilidad (p) es igual a 0.000002, cual viene a cumplir con  $p < 0.05$ . Así que esto, nos coloca en el área del rechazo de la hipótesis nula, ya que el valor F es de 83.44, que está más a la derecha que el valor de F crítico de 4.1. La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% mejora significativamente el flujo de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico.

**Tabla 10:** Resultados del ANOVA - Vacíos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				1.375		
Entre grupos	10.683333	3	3.56111111	2	0.3183	4.066180
Dentro de los grupos	20.706666	7	2.58833333		108	55
Total	31.39	11				

**Figura 4:** Curva de Snedecor para F



**Interpretación:**

El valor de la probabilidad (p) es igual a 0.32, cual no viene a cumplir con  $p < 0.05$ . Así que esto, nos coloca en el área de la aceptación de la hipótesis nula, ya que el valor de F es de 1.38, más a la izquierda el valor de F crítico de 4.1. La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% no mejora significativamente el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico.

## V. DISCUSIÓN

La investigación realizada por Vaca (2020) pone de relieve la relevancia de la incorporación de tereftalato de polietileno (PET) en forma de fibras con dimensiones menores a 1 cm en las mezclas bituminosas. De acuerdo con sus hallazgos, esta adición conduce a una mejora en la adherencia de las mezclas de asfalto en caliente en un porcentaje superior al 20% en comparación con los estándares normativos.

Esta misma línea de pensamiento, en la investigación, se optó por introducir el PET en forma de partículas de tamaño inferior a 0.5 cm con el propósito de asegurar una distribución homogénea entre los agregados, lo que a su vez promueve una mayor adherencia de la mezcla con el betún. La elección de emplear PET en cantidades menores a 0.5 cm se encuentra respaldada por investigaciones previas, como la llevada a cabo por Moazami, Sahaf y Moghaddam (2019), quienes sugieren que la adición de PET en proporciones inferiores a 0.5 mm puede contribuir a mejorar la adherencia a los agregados áridos, evitando la segregación y la formación de burbujas de aire. Estos resultados respaldan un enfoque prometedor para optimizar las propiedades de las mezclas bituminosas.

En adición, resulta crucial destacar que, según una investigación realizada por Silva et al. (2022), el uso de cemento asfáltico PEN 60/70, similar al seleccionado en la investigación, mostró un excelente desempeño en términos de resistencia a la fatiga y durabilidad del pavimento. Los resultados de Silva et al. subrayaron que esta elección de cemento asfáltico contribuye de manera significativa a prolongar la vida útil de la superficie de rodadura, reducir el deterioro y, en última instancia, disminuir los costos de mantenimiento. Esto respalda aún más la elección de emplear el PEN 60/70, ya que deseamos no solo una alta resistencia inicial sino también una prolongada vida útil de las carreteras donde se aplicará la mezcla asfáltica con PET, asegurando una inversión sostenible en infraestructura vial.

En cuanto a la incorporación del PET en la mezcla asfáltica, es esencial tener en cuenta las conclusiones de la investigación realizada por Aldagari, Faisal y

Fini (2021), que revela una menor estabilidad en comparación con la mezcla asfáltica convencional al reemplazar hasta un 5% del cemento con PET en la mezcla asfáltica. Asimismo, se detectó una deficiente adherencia entre el agregado grueso y el PET debido a la fusión del PET al entrar en contacto con los elementos pétreos calientes. A raíz de estos descubrimientos, en la investigación, se optó por incluir el PET como un componente adicional en lugar de sustituir a los materiales convencionales.

Esta elección se fundamenta en el hecho de que el PET cumple con los criterios de granulometría necesarios para su incorporación en la mezcla asfáltica, especialmente en el caso de una mezcla asfáltica en caliente de tipo MAC 2. Además, se estableció un límite para los porcentajes de adición de PET en el pavimento, que no superan el 5%, incluyendo valores del 1.5%, 3% y 4.5%. Este enfoque se ha implementado con el propósito de asegurar la integridad y el rendimiento de la mezcla asfáltica resultante.

En el estudio realizado por Zuluaga, Gómez y Correa (2021), se llevó a cabo una investigación enfocada en la inclusión de PET triturado en la producción de mezcla asfáltica en caliente, haciendo uso de agregados suministrados por la cantera Chero. Estos agregados pasaron por una serie de ensayos destinados a garantizar que cumplieran con los requisitos específicos establecidos por el EG 2013 para carreteras, asegurando así su idoneidad para ser parte de la mezcla asfáltica y obtener resultados óptimos.

Con un enfoque similar, en la investigación, los agregados extraídos de la cantera Chero debieron cumplir estrictos estándares conforme a las especificaciones técnicas para carreteras definidas por el EG 2013. Esto implicó asegurarse de que la absorción de agua de los agregados no superara el 1% y que su resistencia a la abrasión, medida mediante el ensayo de los ángeles, se mantuviera por debajo del 40%. Estos rigurosos procedimientos y criterios aseguraron la calidad y aptitud de los agregados tanto en la investigación como en el de Zuluaga, Gómez y Correa.

Principalmente, en su estudio realizado en Canadá, Bustos [et al.] (2018) se centraron en la evaluación de la incorporación de PET triturado en la mezcla

asfáltica en caliente a través de un proceso en seco. Sus resultados indicaron que al incluir PET triturado en partículas que pasen la malla N° 10 en una proporción del 1.50% de PET y el 5.40% de cemento asfáltico, se obtuvo un valor de estabilidad de 18.91 KN, lo cual superó significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional, que era de 12.73 KN.

En consonancia con estos hallazgos, en la investigación, al emplear un 5.40% de cemento asfáltico y un 1.50% de PET, logramos un valor de estabilidad igual a 18.91 KN (equivalente a 1891 kg), cumpliendo así con el requisito mínimo de 5.44 KN establecido por las especificaciones técnicas de la EG 2013. Esto no solo cumple con los estándares requeridos, sino que también supera en 622 kg a la mezcla asfáltica convencional. Es importante destacar que, durante el proceso de compactación, es esencial aplicar una presión adecuada para garantizar una distribución uniforme de los materiales y una adherencia óptima entre ellos.

Sin embargo, más allá de la estabilidad, aspectos como la durabilidad de las mezclas con PET y su comportamiento frente a los esfuerzos cíclicos en condiciones de tráfico son temas cruciales en la investigación futura. El conocimiento de cómo se comporta el asfalto modificado con PET a lo largo del tiempo y bajo la influencia de las condiciones climáticas y del tráfico es fundamental para garantizar pavimentos sostenibles y resistentes en el largo plazo. Por tanto, la estabilidad es solo uno de los muchos factores a considerar en la búsqueda de mezclas asfálticas óptimas con la inclusión de PET.

En el contexto del flujo Marshall, se enfatiza un parámetro de vital importancia para la evaluación de la capacidad de resistencia del asfalto a las deformaciones y su capacidad de recuperación bajo condiciones de altas temperaturas, lo cual desempeña un papel crucial en la preservación de la durabilidad y el rendimiento de las superficies de carreteras y pavimentos. En este sentido, se destaca la contribución de Asmael y Waheed (2018), quienes subrayan que la incorporación del 2% de PET triturado en la mezcla bituminosa resulta en un aumento del flujo, un efecto que puede tener

consecuencias negativas, ya que un flujo elevado puede debilitar la estructura del pavimento.

En consonancia con estas observaciones, los hallazgos reflejan que, al incrementar la proporción de PET en la mezcla asfáltica, se produce un aumento del flujo que excede los límites aceptables para considerarla una mezcla de pavimento óptima. En consecuencia, los resultados respaldan la elección del nivel de adición del 1.5% de PET como la opción más adecuada para mantener un equilibrio entre los beneficios de la inclusión del PET y la estabilidad del pavimento, lo que es esencial para garantizar su rendimiento y durabilidad a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el porcentaje de vacíos Marshall constituye un indicador esencial que refleja la densidad y la compacidad intrínseca de una mezcla asfáltica, y su influencia en la resistencia y durabilidad del pavimento resulta de suma importancia. Como se mencionó previamente, existe una correlación notable entre un menor porcentaje de vacíos y la mejora de la resistencia del pavimento a las deformaciones, la fatiga y el desgaste.

Es fundamental destacar las investigaciones de Lazorenko [et al.] (2022), que confirman esta relación. A medida que se incrementa la proporción de PET en la mezcla bituminosa, se detecta un aumento en la formación de vacíos, fenómeno atribuible a las partículas de PET, que, debido a su tamaño no microscópico, generan separación entre los agregados, propiciando la segregación y la creación de un mayor número de vacíos. La investigación, coincide con estos hallazgos, ya que la inclusión creciente de plástico en las briquetas resulta en un incremento del porcentaje de vacíos: alcanzamos 4.3% con un 1.5% de PET, 4.8% con un 3%, y 5.5% con un 4.5%.

Esta observación recalca la necesidad de gestionar con cautela la incorporación de PET para evitar un exceso de vacíos, ya que un porcentaje elevado podría incrementar la vulnerabilidad del pavimento ante la aparición prematura de fisuras, lo que pondría en riesgo su vida útil y su desempeño.

La integración de PET reciclado en pavimentos presentó notables fortalezas, destacando especialmente por su contribución a la sostenibilidad ambiental. Al emplear polietilentereftalato (PET) reciclado, se abordó de manera efectiva el problema de la contaminación plástica, reduciendo la cantidad de residuos plásticos y fomentando prácticas amigables con el medio ambiente. Además, la adición de PET en la mezcla del pavimento permite una disminución en el consumo de materias primas, aliviando la presión sobre recursos naturales y fomentando un enfoque más circular en la gestión de materiales.

A pesar de sus ventajas, la influencia de un pavimento ecológico con PET adicionado presenta ciertas debilidades. La variabilidad en la calidad y características del PET reciclado puede introducir incertidumbre en las propiedades mecánicas del pavimento, siendo esencial abordar esta variabilidad para garantizar un rendimiento consistente. Además, la necesidad de tecnologías y procesos específicos para la incorporación efectiva del PET puede plantear desafíos logísticos y económicos, ya que estos métodos pueden requerir inversiones adicionales en comparación con enfoques convencionales.

La relevancia de incorporar PET reciclado en pavimentos se manifiesta en varios aspectos clave. Este enfoque respalda la economía circular al cerrar el ciclo de vida del plástico, transformándolo de residuo a recurso. Además, contribuye significativamente al cumplimiento de objetivos ambientales al reducir la dependencia de materias primas no renovables y disminuir la presencia de plástico de un solo uso en vertederos. La implementación de pavimentos ecológicos no solo cumple con estos objetivos ambientales, sino que también mejora la imagen de proyectos de construcción al reflejar un compromiso con prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

## VI. CONCLUSIONES

1. El agregado grueso proveniente de la cantera chero, al igual que el agregado fino proveniente, cumpliendo con todas las especificaciones que dicta el MTC para poder participar de la mezcla asfáltica en caliente tipo 2, para tránsito medio.
2. El diseño de mezcla asfáltica estándar con el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall, se observó que ambas tienen una dosificación de 40.00% de grava, 60.00% de arena y un porcentaje de asfalto PEN 60/70 óptimo de 5.40%.
3. La estabilidad de la muestra patrón hallada mediante el método Marshall, tiene un valor promedio de 1273 kg, sin embargo, al adicionar 1.5%,3% y 4.5%, se obtiene un aumento en 618 kg, 367 kg y 191 kg, respectivamente.
4. El flujo de la muestra patrón hallada mediante el método Marshall, tiene un valor promedio de 12.8 mm, sin embargo, al adicionar 1.5%,3% y 4.5%, se obtiene un aumento en 0.9 mm, 1.6 mm y 3.1 mm, respectivamente.
5. El porcentaje de vacíos de la muestra patrón hallada mediante el método Marshall, tiene un valor promedio de 4.2%, sin embargo, al adicionar 1.5%,3% y 4.5%, se obtiene un aumento en 0.4%, 0.7% y 1.5%, respectivamente.
6. En conclusión, mediante el análisis inferencial mediante el ANOVA, que la incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico; sin embargo, al adicionar 3%, se encuentran valores dentro de los rangos establecidos por la MTC.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para futuras investigaciones, se podría considerar la exploración de otros materiales reciclados, ampliando así las opciones de pavimentos ecológicos.
2. Comprender y analizar exhaustivamente las propiedades físicas y mecánicas de los agregados empleados no solo en mezclas asfálticas, sino también en otros contextos, podría proveer información valiosa sobre su versatilidad y aplicabilidad en diversas áreas de la ingeniería.
3. Para futuros investigadores, podrían explorar otros métodos o enfoques de diseño para mezclas más personalizadas, adaptadas a diversos contextos de uso.
4. Extender los estudios de flujo y estabilidad, a situaciones de campo y aplicaciones reales podría ofrecer una perspectiva más amplia de las mezclas y sus efectos en entornos reales.
5. Explorar ajustes en los porcentajes de vacíos, no solo en términos de resistencia sino también de sostenibilidad y economía, sería un camino interesante para futuras investigaciones.
6. Se recomienda, explorar en más porcentajes de PET añadidos en el pavimento, para así encontrar el porcentaje ideal.

## REFERENCIAS

1. A BRIEF REVIEW: APPLICATION OF RECYCLED POLYETHYLENE TEREPHTHALATE AS A MODIFIER FOR ASPHALT BINDER por Ben, Mohamed [et al.]. Road and Airfield Pavement Technology [en línea]. 2022; 193, 739-756. [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2023]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87379-0\\_56](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87379-0_56) ISBN: 978-3-030-87379-0
2. COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL POLIETILENO TEREFTALATO (PET) Y SUS APLICACIONES GEOTÉCNICAS por Botero, Eduardo [et al.]. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia (Antioquía, Colombia) [en línea]. 2018, (70), 201–219. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-62302014000100020](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302014000100020) ISSN: 2357-5328
3. ÁLVAREZ-RISCO, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020. Disponible en: <https://acortar.link/vB0vfN>
4. ASMAEL, Noor y WAHEED, Mohanned. Investigation of using polymers to improve asphalt pavement performance. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS), 2018, vol. 39, no 1, p. 38-48. Disponible en: <https://acortar.link/KJBuwv>
5. ARROYO, Paz [et al]. A new approach for integrating environmental, social and economic factors to evaluate asphalt mixtures with and without waste tires. 2018. Disponible en: <https://acortar.link/dda84Q>
6. BANSAL, Shubham; MISRA, Anil Kumar; BAJPAI, Purnima. Evaluation of modified bituminous concrete mix developed using rubber and plastic waste materials. International Journal of Sustainable Built Environment, 2017, vol. 6, no 2, p. 442-448. Disponible en: <https://acortar.link/EdckFj> ISSN: 0120-4211.

7. Quiroz Josualdo. Influencia de la adición de residuos plásticos en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente en la ciudad de Chiclayo 2018. Tesis (Título en ingeniería civil). Chiclayo: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en: <https://acortar.link/oieMAF>
8. DEL BARCO, Ana [et al.]. Optimisation of liquid rubber modified bitumen for road pavements and roofing applications. Construction and Building Materials, 2020, vol. 249, p. 118630. Disponible en: <https://acortar.link/5ul334>
9. BRESSI, Sara [et al.]. Crumb rubber modifier in road asphalt pavements: State of the art and statistics. Coatings, 2019, vol. 9, no 6, p. 384. Disponible en: <https://acortar.link/yE6fMo>
10. CUEVA YOPLA, Esau; DIAZ QUILICHE, Saul. Influencia del pavimento flexible en la transitabilidad del tramo Mirador Bellavista–San Vicente Alto, Cajamarca, 2022. 2023. Disponible en: <https://acortar.link/42s2YO>
11. CORREA Jhon y SOTERO Christian. Efecto del PET y polipropileno reciclado en la resistencia, impermeabilidad y flexión de pavimentos flexibles. Tesis (Título en ingeniería civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <https://acortar.link/pJ2mdw>
12. CHÁVEZ CHÁVEZ, Elvis Erikc; ZAVALA CARDOZO, Bryan Ivan. Estudio del comportamiento de la mezcla asfáltica para pavimentos flexibles con adición de caucho reciclado y polietileno, Lima 2022. 2022. Disponible en: <https://acortar.link/1ewwwZ>
13. CHAVARRI Carlos y RUBIO Marcos. Influencia del caucho reciclado en la resistencia a compresión en adoquines de concreto diseñados para pavimentos articulados. Tesis (Título en ingeniería civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://acortar.link/03Bzu4>
14. LUGEIYAMU, Lameck, KUNLIN, Ma, MENSAHN, Elvis y FARAZ, Ahmad. Utilization of waste polyethylene terephthalate (PET) as partial replacement of bitumen in stone mastic asphalt. Construction and Building Materials [en línea].2021;07(09), 3250-3260. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del

- 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125176>  
ISSN: 2395-0056.
15. BOBADILLA, Jorge [et al.]. Uso de polímeros en asfalto: una revisión. Gaceta Técnica, 2022, vol. 23, no 1, p. 94-109. Disponible en: <https://acortar.link/BWSx9A>
16. GARCÍA CABALLERO, Jhonatan, et al. Evaluación funcional del pavimento en la vía Girardot-Tocaima entre el condominio brisas de Girardot y la vereda Barzalosa mediante el Método PCI. 2021. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11150>
17. CAMACHO, Yuly, GÓMEZ, Linda y LÓPEZ, Leidy. Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibra de PET, Villavicencio 2019 [en línea]. Tesis (Título para ingeniero civil) Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, 2019. 92 pp. [Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/bkpt>
18. Cardiol, Arch 2002. El diseño de investigación: una breve revisión metodológica. Vol.72, Ciudad de México, scielo ISSN 14059940. Disponible en: <https://acortar.link/HB99fP>
19. CLOSING THE LOOP FOR PET, PE AND PP WASTE FROM HOUSEHOLDS: INFLUENCE OF MATERIAL PROPERTIES AND PRODUCT DESIGN FOR PLASTIC RECYCLING por Eriksen, Marken [et al.]. Waste Management [en línea]. 2019; 96, 75-85. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.07.005>. ISSN: 0956-053X
20. Cohen, N., and G. Gómez, Metodología de La Investigación, ¿Para Qué?, 2019. Disponible en: <https://acortar.link/RYZTeZ>
21. Condori-Ojeda, Porfirio (2020). Universo, población y muestra. Curso Taller. Disponible en: <https://acortar.link/fTRIfc>

22. DYNAMIC FLOWS OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) PLASTIC IN CHINA por Chu, Jianwen [et al.]. Waste management (Elmsford) [en línea]. 2021, 124, 273–282. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21000465>  
ISSN: 0956-053X
23. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS DE ARAMIDA Y POLIPROPILENO por Luis Mardones [et al.]. Infraestructura Vial [en línea] (Temuco, Chile). 2018, **20**(36), 15–24. [Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v20n36/2215-3705/infraestructura-20-36-15.pdf>
24. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA POR VÍA SECA CON TAPAS PLÁSTICAS DE POLIPROPILENO por Chávez, Sergio [et al.]. Revista técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia [en línea]. 2019, **42**(3), 126–134. [Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/27422/28091> ISSN: 0254-0770
25. Fidas G. Arias, 2012. El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. 6ta edición. Bolivariana de Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A. ISBN: 9800785299, 58p. Disponible en: <https://acortar.link/rOrlWA>
26. Fidas G. Arias, 2012. El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. 6ta edición. Bolivariana de Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A. ISBN: 9800785299, 63p. Disponible en: <https://acortar.link/rOrlWA>
27. FLORES, Jhon. Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018 [en línea]. Tesis (Título para ingeniero civil), Lima: Universidad César Vallejo. s.n., 2018.

- 174 pp. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25348>
28. FUNDAMENTOS MICRO Y MACROSCÓPICOS DE LA MODIFICACIÓN DEL ASFALTO CONVENCIONAL CON POLÍMEROS: UNA REVISIÓN por Bustos, Henry [et al.]. INVENTUM [en línea] (Colombia). 2018, **13**(24), 58–77. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1686/1587>  
ISSN: 1909-2520.
29. GHIASI, Zahra, FAGHIHI, Faramarz y SHAYEGANI-AKMAL, Amir. Artificial Neural Network Approach for Prediction of Leakage Current of polymeric insulator under Non-Uniform Fan-shaped Contamination. Electric Power Systems Research [en línea]. 2022; 209(13). [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.107920> ISSN: 0378-7796
30. Gonzáles Ávila, Manuel (2002). Aspectos Éticos de la investigación Cualitativa. Madrid – España, Revista Ibero Americana ISSN 10226508. Disponible en: <https://acortar.link/60lk35>
31. HUBERMAN, A. Michael; MILES, Matthew B. Métodos para el manejo y el análisis de datos. Denman CA, Haro JA (comp.). Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social. Hermosillo: El Colegio de Sonora, 2000, p. 253-300. Disponible en: <https://acortar.link/7HyKNW>  
ISSN: 1794-4449.
32. López, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. Punto cero, 2004, vol. 9, no 08, p. 69-74. Disponible en: <https://acortar.link/j1eZ7t>
33. MAHDI, Teyba, SENADHEERA, Sanjaya y GHEBRAB, Tewodros. Effect of PET Size, Content and Mixing Process on the Rheological Characteristics of Flexible Pavement. Materials [en línea]. 2022; 15(10). [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15103565>  
ISSN: 1510-3565

34. MEJÍA, Cristian y SIERRA, Cristian. Estado del arte de mezcla asfáltica modificadas en los últimos 10 años: caso de estudios Universidad de Bogotá D.C. [en línea]. Tesis (título de Ingeniero Civil). Bogotá Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2017. 61 pp. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003837.pdf>
35. Paz, María., 2016, Reciclado de PET a partir de botellas de post consumo: CORDOBA, Universidad Nacional de Córdoba, 190 p. Disponible en: <https://acortar.link/1Tu5o>
36. Rusque, M. (2003). De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa. Caracas: Vadell Hermanos Editores. Disponible en: <https://acortar.link/K3H7vT>
37. Sánchez Carlessi, Hugo, Reyes Romero Carlos y Mejía Sáenz Katia, 2018. Manual de términos en investigación científica, técnicas y humanística. 1era edición junio 2018. Lima Perú: Universidad Ricardo palma. ISBN: 9786124735141. Disponible en: <https://acortar.link/wsCmC>
38. Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Manual Completo Diseño de Pavimentos. 2004, 30pp. Disponible en: <https://acortar.link/8evshq>
39. VASQUEZ, Luis y GARCIA, Francisco. An overview of asphalt pavement design for streets and roads. Revista Facultad de Ingeniería [en línea]. 2021, (98), 10.[Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=univcv&id=GALE|A635538262&v=2.1&it=r> ISSN: 0120-6230
40. VILA, Rolando y JARAMILLO, Jose. Incidencia del empleo de polímeros como modificadores del asfalto. Revista lasallista de investigacion [en línea] (Guayaquil, Ecuador). 2018, 15(2), 315–326. [Fecha de consulta: 26 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=4cfbbfe6-e645-4483-bc8e-5246eb595980%40redis>

41. ZULUAGA, Abel, GÓMEZ, Néstor y CORREA, Álvaro. Desarrollo de un asfalto altamente modificado con polímero SBS a partir de un asfalto base convencional de la refinería Ecopetrol Barrancabermeja 60-70 variando la concentración de polímero. *Bistua: revista de ciencia, arte, letras y tecnología* [en línea]. 2021, 19(2). [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=716baef8-3553-42e5-beee-2af386cf075e%40redis>

# ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla de operacionalización de variables o Tabla de categorización.

<b>VARIABLE CUANTITATIVA</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<u>Variable Independiente</u>					
PET reciclado	El PET reciclado es un material plástico hecho a partir de mezclas de ácido tereftalato de polietileno, que les proporciona mayor resistencia, buena transparencia y un leve peso, utilizado para elaborar botellas de bebidas, bolsas, etc. (Paz, 2016, p.46).	El PET reciclado se añade a las mezclas asfálticas para después poder analizar sus características mecánicas a través de ensayos de laboratorio en porcentajes de (1.5%, 3% y 4.5% ).	Dosificación en porcentajes del PET	1.5%, 3% y 4.5% de PET.	Razón
<u>Variable Dependiente</u>					
Pavimento ecológico	Un pavimento ecológico está conformado por un revestimiento asfáltico, encima de una capa de base granular, el cual permite repartir las cargas generadas por el tránsito; además, está conformado por aditivos	Se analizó las propiedades mecánicas del pavimento flexible, a través de su mezcla asfáltica en caliente con dosificación de los agregados, resistencia a la compresión de especificaciones de asfalto sin adición y con adición del 1.5%, 3% y 4.5% de PET reciclado,	Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estabilidad</li> <li>➤ Flujo</li> <li>➤ Densidad</li> <li>➤ Relación de vacíos</li> <li>➤ Resistencia a deformaciones</li> </ul>	Razón

	plástico, ayudando al reciclaje, y convirtiéndolo en ecológico. (Universidad Mayor de San Simón, 2004, P.30)	con el fin de obtener resultados que se establecerán según la normativa Marshall.			
--	--	---	--	--	--

**Anexo 2.** Matriz de consistencia

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál es la influencia del PET reciclado en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para una mezcla asfáltica?</li> <li>• ¿Cuál es el diseño de mezcla asfáltica para la muestra patrón, y para la muestra</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la influencia del PET reciclado en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados utilizados en la mezcla asfáltica mediante ensayos de laboratorio.</li> <li>• Realizar el diseño de mezcla asfáltica para la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el diseño Marshall.</li> </ul>	<p><b>Hi:</b> La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5% mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico. <b>H0=</b> La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5%, no mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> PET reciclado</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificación en porcentajes del PET.</li> </ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Pavimento ecológico</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades mecánicas.</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental: Cuasi Experimental.</p> <p><b>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuantitativa.</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> Se considerará 16 briquetas.</p> <p><b>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b> Observación.</p>

<p>adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la estabilidad de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?</li> <li>• Cuál es el flujo de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?</li> <li>• ¿Cuál es el porcentaje de vacíos de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la estabilidad de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.</li> <li>• Determinar el flujo de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.</li> <li>• Determinar el porcentaje de vacíos de la muestra patrón y la muestra adicionada con partículas de PET (1.5%, 3%, 4.5%), mediante el método Marshall.</li> </ul>	<p>para un pavimento ecológico.</p> <p><b>H0=</b> La incorporación de PET reciclado al 1.5%, 3%, 4.5%, no mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento ecológico.</p>		<p><b>INSTRUMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolos.</li> <li>• Análisis físico y mecánico del agregado granulométrico (ASTM C136)</li> <li>• Elaboración del diseño de la mezcla (Marshall), Ensayo Método Marshall (MTC E 504).</li> </ul>
--	--	---	--	--

## Anexo 3. Instrumento de recolección de datos



### MTC E 504

#### RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

##### 1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa para pavimentación, de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro, el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento, por medio del método manual Marshall.

##### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este modo operativo está destinado para su empleo con mezclas densas bituminosas de laboratorio y aquellas producidas en planta, con agregados hasta de 25 mm de tamaño máximo y para recompactación de muestras de pavimentos asfálticos.

- 2.2 Los especímenes de mezclas bituminosas compactadas, moldeadas por este procedimiento son empleados para varios ensayos físicos tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta y módulos. El análisis de densidad y vacíos también es conducido sobre especímenes para diseño de mezcla y evaluación de la compactación en campo.

**Nota 1.** Las mezclas no compactadas son empleadas para la determinación del peso específico teórico máximo.

- 2.3 Los valores de estabilidad Marshall y flujo junto con la densidad, vacíos de aire de la mezcla total, vacíos en el agregado mineral ó simplemente vacíos ó ambos, llenados con asfalto; son empleados para el diseño de mezclas en laboratorio así como para la evaluación de mezclas asfálticas. Así también la estabilidad y flujo Marshall pueden ser empleados para monitorear los procesos de producción de mezclas bituminosas en planta. También pueden ser empleados como referencia para evaluar diferentes mezclas y los efectos de acondicionamientos tales como con agua.

- 2.4 La estabilidad y flujo Marshall son características de las mezclas bituminosas determinadas a partir de especímenes compactados de una geometría específica y en una manera prescrita. La estabilidad Marshall es la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga. La magnitud de la estabilidad Marshall varía con el tipo y gradación del agregado y grado del bitumen empleado así como su cantidad. Varias agencias establecen criterios para los valores de la estabilidad Marshall. El flujo Marshall es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad. No existe un valor ideal pero hay límites aceptables. Si el flujo en el contenido óptimo de asfalto sobrepasa el límite superior, la mezcla se considera demasiado plástica ó inestable, y si está bajo el límite inferior esta se considera demasiado rígida.

- 2.5 Para propósitos de diseño de mezcla los resultados de los ensayos de estabilidad y flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 03 especímenes por cada incremento de contenido de ligante, donde el contenido de ligante varía en incrementos de 0,5% sobre un rango de contenido de ligante. El rango de contenido de ligante generalmente es seleccionado en base a la experiencia y datos históricos de los materiales componentes, pero puede incluir también juicio y error para incluir el rango deseable de las propiedades de la mezcla. Las mezclas densas generalmente mostrarán un pico en la estabilidad a un determinado contenido de ligante. Este pico en el contenido de ligante puede ser promediado con otros contenidos de ligante tal como el contenido de ligante en el contenido de la máxima densidad de la curva ligante-densidad y el contenido de ligante en los vacíos de aire deseados y vacíos llenados.

- 2.6 La estabilidad y flujo Marshall efectuados en laboratorio de campo, obtenida de especímenes hechos de mezclas producidas en planta pueden variar significativamente de los valores de diseño obtenidos en el laboratorio debido a las diferencias del mezclado que hay entre una



planta y la efectuada en laboratorio. Esto también incluye la eficiencia en el mezclado y el envejecimiento producido.

- 2.7 Las diferencias significativas en la estabilidad y flujo Marshall de un grupo de ensayos a otro ó de un valor promedio de un grupo numerosos de datos ó especímenes preparados de una mezcla producida en planta puede indicar pobre mezclado, técnicas incorrectas de ensayo, cambio de gradación, cambio del contenido de ligante, ó mal funcionamiento del proceso de planta. La fuente de la variación deberá ser averiguada y el problema resuelto.
- 2.8 Los especímenes a menudo serán preparados empleando el método indicado aquí, pero pueden ser preparados empleando otros tipos de procedimientos de compactación. Otros tipos de compactación pueden hacer variar las características de resistencia en comparación con los preparados por el método Marshall.
- 2.9 Los valores de estabilidad y flujo Marshall pueden ser determinados también empleando núcleos provenientes de un pavimento para información y evaluación. Sin embargo estos resultados no pueden ser comparados con resultados de especímenes preparados en laboratorio y no deberán ser empleados para propósitos de especificación ó aceptación.

### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM-D6926: "Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus".
- 3.2 ATM D 6927: "Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures".

### 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

#### 4.1 EQUIPOS PARA LA PREPARACIÓN DE LOS ESPECIMENES

- 4.1.1 Molde ensamblado para Especímenes, moldes cilíndricos, placas de base y collarines de extensión cumplirán con los detalles mostrados en la Figura 1.
- 4.1.2 Extractor de Especímenes, Tendrá un disco de acero que encajará en el molde sin doblarse y no será menor de 100 mm de diámetro y 12,5 mm de espesor. El disco de acero es empleado para extraer los especímenes compactados de los moldes con el uso del collar del molde. Cualquier dispositivo adecuado de extracción tal como una gata hidráulica puede ser empleado, de tal manera que el espécimen no se deforme durante el proceso de extracción.
- 4.1.3 Martillos de Compactación:
  - 4.1.3.1 Martillos de Compactación con manubrio sostenido manualmente (tipo 1) ó manubrio fijo (Tipo 2), ya sea operado mecánicamente ó a mano como se muestra en la Figura 2, tendrá un pie de compactación plano con un tornillo y una masa deslizante de  $4,54 \pm 0,01$  kg con caída libre de  $457,2 \pm 1,5$  mm (ver la Figura 2 para tolerancias en los martillos). Un martillo mecánico se muestra en la Figura 2.

**Nota 2.** Los martillos manuales de compactación deberán ser equipados con una protección de seguridad para los dedos.
  - 4.1.3.2 Martillo de Compactación con Manubrio Fijo, con sobrecarga en la parte superior del manubrio, base de rotación constante y operado mecánicamente (Tipo 3), deberá tener la cara circular de apisonado y un peso deslizante de  $4,54 \pm 0,01$  kg con una caída libre de  $457,2 \pm 1,5$  mm. Posee un mecanismo de rotación en la base. La velocidad de rotación de la base y la razón de golpes será de 18 a 30 rpm y  $64 \pm 4$  golpes por minuto respectivamente.

**Nota 3.** El aparato para martillo Marshall tipo 3 está disponible en versiones con más de un martillo. La operación múltiple de varios martillos afectará la densidad de un espécimen. Mejores resultados comparativos se obtendrán compactando todos los especímenes con el mismo martillo y sin la operación de ningún otro.

- 4.1.3.3 Pedestal de Compactación, Consistirá de un poste de madera de 203,2 por 203,2 mm, aproximadamente de 457 mm de largo cubierto con una placa de acero aproximadamente de 304,8 mm por 304,8 mm y 25,4 mm de grosor. Este podrá ser de roble, pino amarillo u otra madera que tenga un promedio de densidad de 670 a 770 kg/m<sup>3</sup>. El poste de madera estará asegurado por pernos a través de 4 ángulos a un bloque de concreto. La placa de acero deberá estar firmemente fijada al poste. El pedestal ensamblado será instalado de tal manera que el poste esté a plomo y la placa nivelada.
- 4.1.3.4 Sostén de Molde para Espécimen, En compactadores de martillo simple, el sostén estará montado sobre el pedestal de compactación de tal manera que el molde de compactación quede centrado con el pedestal de compactación. Los sostenedores de moldes de compactadores multimartillos necesariamente no estarán centrados. Los sostenedores mantendrán el molde de compactación, el collar y la placa de base asegurados y en posición durante la compactación del espécimen.
- 4.1.3.5 Hornos, cacerolas para calentado ó placas calentadoras, Los hornos serán de aire circulante ó termostáticamente controlados, las cacerolas de calentamiento y las placas calentadoras serán proveídos para calentar los agregados, el material bituminoso, los moldes de especímenes, martillos de compactación y otros equipos a 3°C de las temperaturas requeridas para el mezclado y la compactación. Protecciones adecuadas ó baños de arena se emplearán sobre la superficie de las placas calentadoras para minimizar el sobrecalentamiento local.
- 4.1.4 Equipo Misceláneo
- 4.1.4.1 Aparatos de Mezclado, Se recomienda el mezclado mecánico. Cualquier tipo de mezclador mecánico puede ser empleado siempre y cuando la mezcla se mantenga a la temperatura de mezclado requerida y se produzca una mezcla homogénea y bien cubierta en la cantidad requerida y en un tiempo pertinente, así también que permita que toda la mezcla sea recuperada. Una bandeja de metal ó bolo de suficiente capacidad para el mezclado a mano puede ser empleado.
- 4.1.4.2 Contenedores para Calentamiento de Agregados, Bandejas de metal de fondo plano, ú otros adecuados.
- 4.1.4.3 Contenedores cubiertos para calentar material bituminoso, ya sean latas tipo gill, vasos, potes de vaciado ú otras bandejas podrán ser empleadas.
- 4.1.4.4 Herramientas de mezclado, consistirán de cucharones de acero (cucharón de punta Mason con la punta redondeada), cucharas ó espátulas para batido y mezclado a mano.
- 4.1.4.5 Termómetros calibrados, Para determinar temperaturas de agregados, bitumen y mezclas bituminosas. Termómetros del tipo de vidrio ó de dial con armazones de metal se recomiendan. Se requieren en un rango de 10 a 200 °C con sensibilidad de 3°C.
- 4.1.4.6 Balanza, con aproximación al menos de 0,1 g para las bachadas de mezcla.
- 4.1.4.7 Guantes, para maniobrar el equipo caliente.
- 4.1.4.8 Crayones de marcado, para identificar los especímenes.
- 4.1.4.9 Cucharón de base plana para bache los agregados.
- 4.1.4.10 Cuchara larga para colocar la mezcla en el molde de especímenes.
- 4.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO
- 4.2.1 Cabezal de Ruptura (ver Figura 3)
- 4.2.2 Máquina de Carga a Compresión (ver Figura 4).
- 4.2.3 Dispositivo de Medida de Carga (anillo dinamómetro de 22 240 N (5000 lbf)).
- 4.2.4 Medidor de Flujo.

- 4.2.5 Baño de Agua (precisión de  $\pm 1^\circ\text{C}$ ).
- 4.2.6 Horno, capaz de mantener la temperatura especificado  $\pm 1^\circ\text{C}$ .
- 4.2.7 Baño de Aire, para el caso de mezclas con asfaltos líquidos deberá ser automáticamente controlado y mantendrá la temperatura del aire a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .
- 4.2.8 Termómetros, con precisión de  $0,2^\circ\text{C}$ .

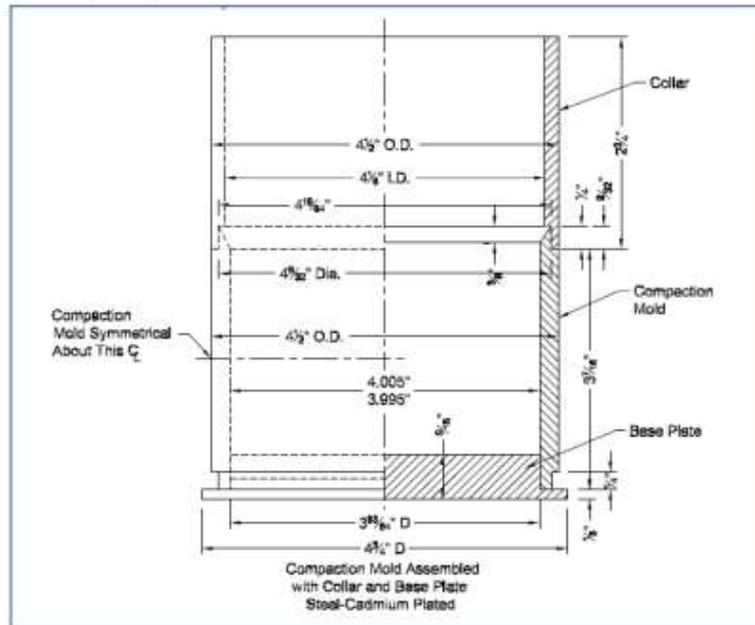


Figura 1. Molde de Compactación

# Anexo 4. Resultado del laboratorio

## Informe N°1: Resultado del agregado fino

TAMIZ		ABERTURA	PESO RET.	RETENCIÓN		PASANTE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM		(mm)	(g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)		
3"		76.200						Tamaño Máximo : 1/4" pulg.
2 1/2"		63.500						Humedad : 0.39 %
2"		50.800						Piedra : 1.1 %
1 1/2"		38.100				100.0		Arena : 98.9 %
1"		25.400				100.0		Modulo de Finesa : 3.38 -
3/4"		19.050				100.0		Malla 200 : 3.9 %
1/2"		12.700				100.0		Equiv. Arena : 83 %
3/8"		9.525	2.0	0.1	0.1	99.9		Peso Especifico : 2.641 g/cm³
1/4"		6.350	5.9	0.3	0.4	99.8		Absorción : 0.80 %
No. 4		4.750	13.1	0.7	1.1	98.9		P. U. S. : 1484 kg/m³
No. 8		2.360	281.5	13.8	14.9	85.1		P. U. C. : 1640 kg/m³
No. 10		2.000	296.0	13.5	28.4	71.6		Sales solubles : 0.01 %
No. 16		1.180	503.1	28.5	54.9	45.1		Durabilidad : 7.60 %
No. 20		0.834						
No. 30		0.600	338.0	17.8	72.7	27.3		
No. 40		0.420	146.8	7.7				Índice de durabilidad : 80.7 %
No. 50		0.300	120.8	6.3	86.7	13.3		
No. 60		0.250						
No. 80		0.177			86.7	13.3		
No. 100		0.149	163.2	8.8	95.3	4.7		PESO TOTAL (Gr) : 1901.8
No. 200		0.075	72.0	3.8	99.1	0.9		SUCS : SP
-200			19.5					



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 12775 - INGENIERO CIVIL TON. C. 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 87 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190648  
Teléfono: 914877110-943417124 e-mail: W206423@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA  
NORMAS TÉCNICAS: NYC E 114, ASTM D 3415, AASHTO T 175

### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO  
EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESISTAS  
- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE

F. MUESTREO: 04/10/23  
FECHA: 05/10/23

MUESTRA AOREGADO FINO - CANTERA EL CHERO

DESCRIPCION		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo gruesa tamiz N°4	(mm)	4.76	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		12:00	12:02	12:04	
Hora de salida de saturación (mas 10')		12:10	12:12	12:14	
Hora de entrada a decantación		12:12	12:14	12:16	
Hora de salida de decantación (mas 20')		12:32	12:34	12:36	
Altura máxima de material fino	(kg)	4.20	4.30	4.40	
Altura máxima de la arena	(kg)	3.66	3.60	3.60	
Equivalente de Arena	(%)	85	84	82	83



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.O.P.E. 11577 - CONSULTOR C # 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190648  
Teléfono: 954877158 - 861417124 e-mail: W22222@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY - TEMPLE BONILLA ENRIQUE	F. MUESTREO: 04/10/23 FECHA: 05/10/23
MUESTRA	0 AGREGADO FINO - CANTERA EL CHERO	

#### DATOS

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1	MUESTRA. - 2		PROMEDIO
Recipiente	N°	1	1		
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	135.84	135.09		
Recipiente + Suelo Seco	gr.	135.06	134.43		
Peso del Recipiente	gr.	12.11	12.10		
Peso del Agua	gr.	0.78	0.66		
Peso del Suelo Seco	gr.	122.95	122.33		
Humedad	%	0.63	0.64		0.59



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127196  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay No. 8 lote 87 - Nuevo Chimbote - BUC: 2960199649  
Teléfono: 954177159-945417124 e-mail: Wl2a822@hotmail.com

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: ASTM C88, AASHTO T 194, WTC E 209

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY - TEMPLE BONILLA ENRIQUE	F. MUESTREO: 04/10/23 FECHA: 05/10/23
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA EL CHERO	

TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRAVUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL %	PERDIDA CORREGIDA %
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)			

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	Nº 4	300	No 4	5.1	300.0	288.2	11.8	3.93	0.20
Nº 4	Nº 8	100	No 8	12.8	100.0	94.5	5.5	5.50	0.70
Nº 8	Nº 16	100	No 16	10.4	100.0	92.6	7.4	7.44	0.77
Nº 16	Nº 30	100	No 30	27.2	100.0	91.6	8.6	8.55	2.32
Nº 30	Nº 50	100	No 50	17.4	100.0	92.3	7.7	7.70	1.34
Nº 50	Nº 100	100	No 100	17.6	100.0	90.6	9.4	9.42	1.66
< Nº 100				223.0					
TOTALES				308.4	900	481.4			7.00



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 125473 - CONSULTOR C. 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.I. 83 de octubre Jr. Tanguy Mz. B lote 87 - Nuevo Chimbote - RUC: 2068419668  
Teléfono: 954877158-965417134 e-mail: WZy822@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### SALES SOLUBLES TOTALES

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY - TEMPLE BONILLA ENRIQUE	F. MUESTREO: 04/10/23 FECHA: 05/10/23
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA EL CHERO	

MUESTRA ARENA		3	4	
Peso de Tara	(gr)	56.32	84.26	
Peso tara + agua + sal	(gr)	157.21	184.25	
Peso tara + sal	(gr)	56.34	84.27	
Peso sal	(gr)	0.020	0.010	
Peso agua	(gr)	100.87	99.98	
Sales solubles totales	(%)	0.020	0.010	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)		0.015		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C. 195225 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 81 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 87 - Nuevo Chimbote - RUC: 20601190600  
Teléfono: 954877110-945417124 e-mail: Wlza822@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY - TEMPLE BONILLA ENRIQUE	F. MUESTREO: 04/10/23 FECHA: 05/10/23
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA EL CHERO	

#### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

DETERMINACION N°	SUELTO			VARILLADO		
	1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco (gr)	6936	6945	6896	7356	7344	7385
Peso del molde (gr)		2715			2715	
Peso del agregado seco (gr)	4221	4230	4181	4641	4629	4670
Volumen del molde (cm³)		2818			2818	
Peso específico Bulk del agregado (gr/cm³)		2.641			2.641	
Absorción del agregado (%)		0.50			0.50	
Peso Unitario en condición SSS (kg/m³)	1505	1509	1491	1655	1651	1665
Vacios en el agregado (%)	43.2	43.0	43.7	37.5	37.7	37.1
Peso Unitario en condición Seca (kg/m³)	1498	1501	1484	1647	1643	1657
Peso Unitario Seco promedio (kg/m³)		1494			1649	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
RUC: 20601190600 - CONSULTOR C • 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20684198649  
Teléfono: 854877110 - 861417124 e-mail: W2co822@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: NTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY - TEMPLE BONILLA ENRIQUE	F. MUESTREO: 04/10/23 FECHA: 05/10/23
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA EL CHERO	

#### DETERMINACION DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS

##### AGREGADO FINO MTC E 205

		(gr)	500.00	501.23	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	(gr)	678.54	679.12	
B	Peso Frasco + agua	(gr)	1178.54	1180.35	
C	Peso Frasco + agua + A	(gr)	989.54	990.21	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	(gr)	189.00	190.14	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D	(gr)	498.62	497.65	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	(gr)	187.62	186.58	PROMEDIO
G	Vol de masa = E - ( A - F )	(cm <sup>3</sup> )			
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.64	2.62	2.628
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.646	2.636	2.641
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.658	2.668	2.663
	Absorción = ((A - F)/F)*100	(%)	0.277	0.719	0.498



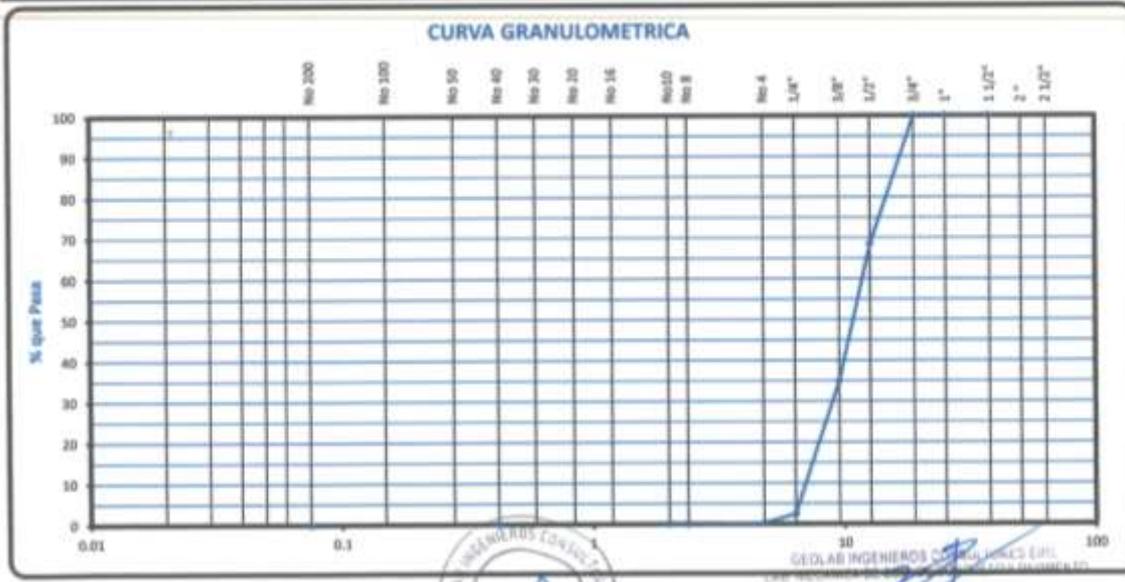
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zclaya Santos

195195 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

# Informe N°2: Resultado del agregado grueso

 <b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS							
Oficina: P.J. 81 de octubre Jr. Tanguy Mz. B lote B7 - Nuevo Chimbote - RUC: 2068199648 Telefono: 954877158-965417124 e-mail: Wl2e23@hotmail.com							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
NORMAS TECNICAS MTC E 107, ASTM D 432, AASHTO T 88							
DATOS DE LA MUESTRA							
TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLOGICO CON PET RECICLADO						
	EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023						
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY		F. MUESTREO : 04/10/23				
	- TEMPLE BONILLA ENRIQUE		FECHA : 05/10/23				
CANTERA	EL CHERO						
MUESTRA	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"						
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
3"	76.200						Tamaño Maximo : 3/4" gulg.
2 1/2"	63.500						Humedad : 0.40 %
2"	50.800						Piedra : 99.8 %
1 1/2"	38.100						Arena : 0.2 %
1"	25.400				100.0		Modulo de Fineza : 6.6 -
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700	559.0	31.4	31.4	68.6		
3/8"	9.525	598.0	33.6	65.0	35.0		
1/4"	6.350	579.5	32.6	97.6	2.4		Peso Especifico : 2.724 gr/cm <sup>3</sup>
No. 4	4.750	39.0	2.2	99.8	0.2		Absorcion : 0.62 %
No. 8	2.360	2.0	0.1	100	0.0		P. U. S : 1374 kg/m <sup>3</sup>
No. 10	2.000						P. U. C : 1491 kg/m <sup>3</sup>
No. 16	1.190						Sales solubles : 0.02 %
No. 20	0.834						
No. 30	0.600						Abrasion : 12.9 %
No. 40	0.420						Part. Chatas y Alarg. : 3.35 %
No. 50	0.300						Caras fracturadas : 85.5 %
No. 60	0.250						
No. 80	0.177						
No. 100	0.149						PESO TOTAL (Gr) : 1777.5
No. 200	0.075						SUCS : GW
-200							



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 OFICINA: P.J. 81 DE OCTUBRE JR. TANGUY MZ. B LOTE B7 - NUEVO CHIMBOTE  
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 D.P. 104733 - CONSULTOR C. 123796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguy M.; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilco822@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216

#### DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO  
EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESISTAS  
- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE  
EL CHERO

N° MUESTRA: AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

F. MUESTREO: 04/10/23  
FECHA: 05/10/23

#### DATOS

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1				PROMEDIO
Recipiente	N°	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	1502.21				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	1496.23				
Peso del Recipiente	gr.	0.00				
Peso del Agua	gr.	5.98				
Peso del Suelo Seco	gr.	1496.23				
Humedad	%	0.40				0.40



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP: 495274 - CONSULTOR C. 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20680190640  
Teléfono: 954877130 - 945417124 e-mail: W12e822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS  
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 203, ASTM C 29-91

### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO  
EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESISTAS - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE

F. MUESTREO: 04/10/23

CANERA EL CHERO  
FECHA: 05/10/23

MUESTRA AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

DETERMINACION N°		SUELTO			VARILLADO		
		1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco	( gr )	28194	28146	28102	30122	30156	30178
Peso del molde	( gr )		8993			8993	
Peso del agregado seco ( gr )	( gr )	19201	20153	19109	21129	21163	21185
Volumen del molde	( cm³ )		14187			14187	
Peso específico Bulk del agregado	( gr/cm³ )		2.724			2.724	
Absorción del agregado	( % )		0.62			0.62	
Peso Unitario en condición SSS	( kg/m³ )	1362	1429	1355	1499	1501	1503
Vacios en el agregado	( % )	50.2	47.7	50.5	45.2	45.1	45.1
Peso Unitario en condición Seca	( kg/m³ )	1353	1421	1347	1489	1492	1493
Peso Unitario Seco promedio	( kg/m³ )		1374			1491	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.P. 19573 - CONSULTOR C. 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.2. El de octubre 2o. Tanguay N.º, B. Ica 67 - Nueva Chimbote - BIC: 209410648  
Teléfono: 95427218 - 95427219 e-mail: W2094213@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO M 88

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET REICLADO		
O	EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023		
TESISTAS	- DIEGO MARTÍNEZ JHON KENDY		
S	- TEMPLE BONILLA ENRIQUE		F. MUESTREO: 04/10/23
CANTERA	EL CHERO		FECHA: 05/10/23
MUESTRA	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		

AGREGADO GRUESO - MTC E 206

A	Peso Mat.Sol. Sup. Seca ( En Aire )	(gr)	6002.1	6008.5	
B	Peso Mat.Sol. Sup. Seca ( En Agua )	(gr)	3189.5	3186.2	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B	(gr)	1832.7	1842.3	
D	Peso material seco en estufa (105°C)	(gr)	4972.2	4976.9	
E	Vol. de masa = C - ( A - D )	(cm <sup>3</sup> )	1802.9	1810.6	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.713	2.701	2.707
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.729	2.719	2.724
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.758	2.749	2.753
	Absorción = (( A - D ) / D * 100)	(%)	0.602	0.636	0.619



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.O. 175473 - CONSULTOR C - 17776  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, REMEDIACIÓN,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 31 de octubre Jr. Tangay M; 2do Int - Nueva Chimbote - RUC: 206019648  
Teléfono: 914877138-945417134 e-mail: WZed22@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### SALES SOLUBLES TOTALES

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO  
0 EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
TESISTAS - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
0 - TEMPLE BONILLA ENRIQUE F. MUESTREO: 04/10/23  
CANTERA EL CHERO FECHA: 05/10/23  
MUESTRA AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

MUESTRA GRAVA		1	2	
Peso de Tara	(gr)	154.25	135.60	
Peso tara + agua + sal	(gr)	212.36	242.15	
Peso tara + sal	(gr)	154.26	135.62	
Peso sal	(gr)	0.010	0.020	
Peso agua	(gr)	58.10	106.53	
Sales solubles totales	(%)	0.017	0.019	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)		0.018		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 20373 CONSULTOR C. 127794  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIONES DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 81 de octubre Jr. Tanguy M.; B lote 07 - Nuevo Chimbote - E.C. 2060419048  
Teléfono: 914877118-961417234 e-mail: W2a6123@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS													
DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS													
NORMA TÉCNICA: ASTM D 4751													
DATOS DE LA MUESTRA													
TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET REICLADO												
EN	EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023												
TESTISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY												
EN	- TEMPLE BOHILLA ENRIQUE												
CANTERA	EL CHERO												
MUESTRA	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"												
F. MUESTREO: 04/10/23													
FECHA: 05/10/23													
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR													
RELACION DE ENSAYO : 1 : 3													
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS			EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO ORIGINAL (%)	PESO MUESTRA (g)	NUMERO DE PARTICULAS	PESO (g)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO			
(µm)	(mm)												
3"	76.200												
2 1/2"	63.500												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400												
3/4"	19.050												
1/2"	12.700	31.4	1152.0	122	82.3	5.4	1.70	14	11.5	3.80			
3/8"	8.750	33.6	1068.0	113	82.1	4.9	1.06	12	10.6	3.57			
1/4"	6.350	32.6											
Total		97.6	2210	235	114		3.36	26		7.17			



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Jelaya Santos  
CIP. 192543 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 01 de octubre Jr. Tangay M. 8 lote B7 - Nuevo Chimbote - BUC: 2960419944  
Teléfono: 954877158-94541734 e-mail: Wilco812@hotmail.com

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 216, ASTM D 5821

#### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY	F. MUESTREO: 04/10/23
	- TEMPLE BONILLA ENRIQUE	FECHA: 05/10/23
CANTERA	EL CHERO	
MUESTRA	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	

#### CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (g)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (g)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. BA*100 (C) (%)	RETIENDE GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C'D (E)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.6 g	1482.5 g	98.8%	0.0%	0.0
3/4"	1/2"	501.2 g	482.4 g	96.2%	31.4%	3021.9
1/2"	3/8"	202.3 g	152.6 g	75.4%	33.6%	2534.5
TOTAL		2204.1			65.0%	5556.4

% con una o más caras fracturadas (E/D)

85.5%

#### CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (g)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (g)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. BA*100 (C) (%)	RETIENDE GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C'D (E)
1 1/2"	1"				0.0%	
1"	3/4"	1502.3 g	852.3 g	56.7%	0.0%	0.0
3/4"	1/2"	503.4 g	254.6 g	50.6%	31.4%	1588.2
1/2"	3/8"	204.6 g	102.3 g	50.0%	33.6%	1880.0
TOTAL		2210.3			65.0%	3268.2

% con dos o más caras fracturadas (E/D)

50.3%



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson Zelaya Santos  
CIP: 100734 - CONSULTOR C. # 127196  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, ESPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 01 de octubre J. Tangay M., B. Irua B' - Nueva Chimbote - RUC: 206419049  
Teléfono: 91477138-44541734 e-mail: WZa822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES  
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 307, ASTM C 131, AASHTO T 96

### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET REICLADO	
0	EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	
TESISTAS	- DIEGO MARTINEZ JHON KENDY	
0	- TEMPLE BONILLA ENRIQUE	
CANTERA	EL CHERO	
MUESTRA	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	
	F. MUESTREO:	04/10/23
	FECHA:	05/10/23

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N° 4			2500 ± 10					
N° 4	N° 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		5000 ± 10		
N° de Esferas		12	11	8	6		11		
Peso de las Esferas (gr)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445		391 - 445		
Peso Retenido en la malla N° 12					(gr)		4,388		
Peso que pasa en la malla N° 12					(gr)		644.0		
Desgaste					(%)		12.9%		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195209 - CONSULTOR C. 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

# Informe N°3: Resultados del diseño de Mezcla asfáltica



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.O. de Avellaneda, Tercero del Sur 87 - Pucallpa - Ucayali - Perú  
 Teléfono: 04477118 - 4449 7347 e-mail: W@geolab.com

<b>FORMATO</b>  <b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE</b> <b>MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b> <b>ASTM D6927-16</b>	Código	AS-PO-1000
	Versión	01
	Página	1 de 13

TEMA	: INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECIKLADO EN EL SECTOR DE 1 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023	REGISTRO N°	EXC3-LEM-1000
TESISTAS	: - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY : - TEMPLE BORNILLA ENRIQUE	REALIZADO POR	: R.A.Z.S
UBICACION	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	REVISADO POR	: W.J.Z.S.
FECHA	: 11 DE OCTUBRE DEL 2023	TURNO	: Diurno
CANTERA	: EL CHERO		

### COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamaño	Asfalto (PME)	Piedra Chancada	Arena Chancada	Arena Lavada	Ca	Fm	Especificaciones		Observaciones
							MAC 2	MAC 1	
% Combinaciones		45	35	20		100			
7"	15.000								
7.5"	25.000								
7"	35.000								
1.5"	37.000								
3"	20.000								
3.75"	15.000	100.0	100.0	100.0		100.0	100		
4.75"	10.000	75.1	100.0	100.0		100.0	90-100		
5.75"	5.000	45.0	100.0	100.0		100.0	70-90		
6.75"	4.000								
7.5"	4.750	1.2	90.3	91.3		107.7	91-99		
8.5"	3.000								
9.5"	2.000	0.4	74.2	78.3		45.8	38-62	% Agregado	
10.5"	1.100								N Suelo: 42.5
12.5"	0.500								% Arena: 52.4
15.0"	0.200								% Fm: 0.3
19.0"	0.000								
25.0"	0.000		10.3	10.1		10.2	17-28		
30.0"	0.000								
37.5"	0.200								Observaciones
47.5"	0.100		10.3	10.4		0.0	8-17		
60.0"	0.100		4.3	12.3		0.0	4.8		
75.0"	0.075								
90.0"									
105.0"									
120.0"									
150.0"									
190.0"									
250.0"									
300.0"									
375.0"									
475.0"									
600.0"									
750.0"									
900.0"									
1050.0"									
1200.0"									
1500.0"									
1900.0"									
2500.0"									
3000.0"									
3750.0"									
4750.0"									
6000.0"									
7500.0"									
9000.0"									
10500.0"									
12000.0"									
15000.0"									
19000.0"									
25000.0"									
30000.0"									
37500.0"									
47500.0"									
60000.0"									
75000.0"									
90000.0"									
105000.0"									
120000.0"									
150000.0"									
190000.0"									
250000.0"									
300000.0"									
375000.0"									
475000.0"									
600000.0"									
750000.0"									
900000.0"									
1050000.0"									
1200000.0"									
1500000.0"									
1900000.0"									
2500000.0"									
3000000.0"									
3750000.0"									
4750000.0"									
6000000.0"									
7500000.0"									
9000000.0"									
10500000.0"									
12000000.0"									
15000000.0"									
19000000.0"									
25000000.0"									
30000000.0"									
37500000.0"									
47500000.0"									
60000000.0"									
75000000.0"									
90000000.0"									
105000000.0"									
120000000.0"									
150000000.0"									
190000000.0"									
250000000.0"									
300000000.0"									
375000000.0"									
475000000.0"									
600000000.0"									
750000000.0"									
900000000.0"									
1050000000.0"									
1200000000.0"									
1500000000.0"									
1900000000.0"									
2500000000.0"									
3000000000.0"									
3750000000.0"									
4750000000.0"									
6000000000.0"									
7500000000.0"									
9000000000.0"									
10500000000.0"									
12000000000.0"									
15000000000.0"									
19000000000.0"									
25000000000.0"									
30000000000.0"									
37500000000.0"									
47500000000.0"									
60000000000.0"									
75000000000.0"									
90000000000.0"									
105000000000.0"									
120000000000.0"									
150000000000.0"									
190000000000.0"									
250000000000.0"									
300000000000.0"									
375000000000.0"									
475000000000.0"									
600000000000.0"									
750000000000.0"									
900000000000.0"									
1050000000000.0"									
1200000000000.0"									
1500000000000.0"									
1900000000000.0"									
2500000000000.0"									
3000000000000.0"									
3750000000000.0"									
4750000000000.0"									
6000000000000.0"									
7500000000000.0"									
9000000000000.0"									
10500000000000.0"									
12000000000000.0"									
15000000000000.0"									
19000000000000.0"									
25000000000000.0"									
30000000000000.0"									
37500000000000.0"									
47500000000000.0"									
60000000000000.0"									
75000000000000.0"									
90000000000000.0"									
105000000000000.0"									
120000000000000.0"									
150000000000000.0"									
190000000000000.0"									



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIAS,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIMENTOS, PRUEBAS DE TRACCIÓN, DEPRESIÓN, RESISTENCIA,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.O. Box 40000, Calle 10, B. San José, - Nueva Chimbote - IRE - 206417000  
Teléfono: 0142 214 4142 1234 e-mail: info@geolab.com



FORMATO	Código	AE-PO-1888
DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ELINDOS - MARSHALL ASTM D6927-18	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 12

TEMA : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET REICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESTEAS :  
- DIEGO MARTINEZ JHON RENDY  
- TEMPLE BORRILA ENRIQUE

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

CANTERA : EL CHERO

## ENSAJO DE ESTABLECIMIENTO Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-18 / MTC 8 894

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Planta Chorroada	40.0%
Área Chorroada	40.0%
Área Superficial	50.0%
PMA	6.0%
J. Base	100.0%
C.A. (PMA)	61.2%

Límites del	Límites superiores	Paso	0.075 mm
100	100.00	100	
75	100.00	100	
425	100.00	100	

Número de Prueba	U	1	2	3	4	Procedo
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	
2	% de Planta Chorroada en Peso de la Mezcla	%	39.20	39.20	39.20	
3	% de Área Chorroada en peso de la Mezcla	%	39.40	39.40	39.40	
4	% de Área Superficial en peso de la Mezcla	%	20.00	20.00	20.00	
5	% de PMA en Peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	
6	Peso Específico Aparente de C.A.	g/cm <sup>3</sup>	1.209	1.209	1.209	
7	Peso Específico Planta Chorroada Bulk	g/cm <sup>3</sup>	2.249	2.249	2.249	
8	Peso Específico Área Chorroada Bulk	g/cm <sup>3</sup>	2.801	2.801	2.801	
9	Peso Específico Área Superficial Bulk	g/cm <sup>3</sup>	2.819	2.819	2.819	
10	Peso Específico del Filler Aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.261	2.261	2.261	
11	Moisture Content de la Probeta	%				
12	Peso de la Integridad en el Aire	g	1099.8	1099.7	1099.9	
13	Peso de la Integridad Saturada	g	1099.2	1099.7	1099.2	
14	Peso de la Integridad en el Agua	g	108.6	108.7	108.6	
15	Moisture de la Integridad por desplazamiento (15.0%)	%	39.9	39.9	39.9	39.9
16	Peso Específico de la Probeta (1497)	g/cm <sup>3</sup>	2.401	2.401	2.401	2.401
17	Peso Específico Máximo (MTC, ASTM D 1557)	g/cm <sup>3</sup>	2.448	2.448	2.448	
18	Peso Específico Máximo (Teórico)	1000(1+0.09)(26+0.9)(1+0.01)	g/cm <sup>3</sup>	2.611	2.611	2.611
19	% de Vacío	%	7.4	8.8	7.1	7.1
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	1000(1+0.09)(26+0.9)(1+0.01)	g/cm <sup>3</sup>	2.519	2.519	2.519
21	% VMA, Vacío del Agregado Mineral	100(1+0.09)(1+0.01)	%	10.9	10.9	10.7
22	% Vacío Remanente con C.A.	100(1+0.09)	%	16.4	16.1	17.4
23	Peso Específico Eléctrico del Agregado Total	1000(1+0.09)(1+0.01)	g/cm <sup>3</sup>	2.584	2.584	2.584
24	C.A. Absorción por el Filler del Agregado Total	100(1+0.09)(1+0.01)	%	0.07	0.07	0.07
25	% de Sólido Eléctrico	(1-0)	%	3.00	3.00	3.00
26	Peso 0.075 mm	mm	9.30	9.30	7.30	7.30
27	Densidad sin compactar	mm	100	100	100	
28	Punto de Equilibrio	mm	1.00	1.00	1.00	
29	Densidad compacta	mm	100	100	100	100
30	Punto de Rigidez	g/mm	300	300	300	300
31	Moisture de Filler por C.A.	mm	00	00	00	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO  
C.O.P.E. - CONSULTOR C. 127796



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - B.C. 2900190649  
Telefono: 954277130 - 951417134 e-mail: WZ@823@hotmail.com

FORMATO	Código	AE-FO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	3 de 13

TESIS : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON PET RECICLADO EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
TESISTAS : - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
: - TEMPLE BONILLA ENRIQUE  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH  
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023  
CANTERA : EL CHERO

### PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T245

#### Componentes:

##### Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adherencia 0.5% (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rica= 4.98

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1726.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11343.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13059.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12417.1
5.-	Volamen	gr.	651.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.048



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Wilson J. Zelaya Santos

REG. Nº 5373 - CONSULTOR C. 1/7796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESERENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.O. Box 40000, J. Tumbay, M. B. San José - Nuevo Chimbote - ITC - 08040004  
Teléfono: 0447719-4644734 e-mail: info@geolab.com



<b>FORMATO</b>  <b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-16</b>	<b>Código</b>	<b>AE-PO-000</b>
	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>Página</b>	<b>4 de 13</b>

**TÍTULO** : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET RECICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

**TESISTAS** : - DIEGO MARTÍNEZ JHON KENDY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

**CANTERA** : EL CHERO

### ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-16 / RTC E 504

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Planta Chorroada	40.0%
Árrea Chorroada	25.0%
Árrea Densificada	25.0%
Fibra	0.0%
I. Bases	100.0%
S.A. PDS	80.0%

Lentura del	Lentura reducida	Peso (g/30 seg)
300	110.00	300
200	110.00	300
100	110.00	300

Número de Pruebas	U	1	2	3	4	Procedo
1	% C.A. en peso de la Mezcla	5.00	5.00	5.00		
2	Sub Planta chorroada en Peso de la Mezcla	30.00	30.00	30.00		
3	% de Área Chorroada en peso de la Mezcla	30.00	30.00	30.00		
4	% de Área Densificada en peso de la Mezcla	30.00	30.00	30.00		
5	% de Fibra en Peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
6	Peso Especifico Aparato de C.A.	g/cm <sup>3</sup>	2.698	2.698	2.698	
7	Peso Especifico Planta Chorroada Bulk	g/cm <sup>3</sup>	2.699	2.699	2.699	
8	Peso Especifico Área Chorroada Bulk	g/cm <sup>3</sup>	2.801	2.801	2.801	
9	Peso Especifico Área Densificada Bulk	g/cm <sup>3</sup>	2.800	2.800	2.800	
10	Peso Especifico del Fibra Aparato	g/cm <sup>3</sup>	2.341	2.341	2.341	
11	Alcance Transverso de la Prueba	mm				
12	Peso de la Mezcla en el Aire	g	1387.7	1388.8	1388.8	
13	Peso de la Mezcla Saturada	g	1388.8	1387.8	1388.8	
14	Peso de la Mezcla en el Agua	g	746.7	747.8	747.7	
15	Indicador de la Mezcla por desplazamiento (15-16)	mm	30.2	30.0	30.1	30.7
16	Peso Especifico de la Prueba (14-15)	g/cm <sup>3</sup>	2.476	2.476	2.476	2.476
17	Peso Especifico Máximo (Bulc) (RTM3-200)	g/cm <sup>3</sup>	2.639	2.639	2.639	
18	Peso Especifico Máximo (Sólido)	g/cm <sup>3</sup>	2.580	2.580	2.580	
19	% de Vacío (102)(14)(16)	%	0.8	0.8	0.7	0.8
20	Peso Especifico Bulc del Agregado Total (10)(14)(15)(16)(17)	g/cm <sup>3</sup>	2.810	2.810	2.810	
21	% V.V.A. Vacío del Agregado Sólido (10)(14)(15)(17)	%	16.8	16.5	16.5	16.6
22	% Vacío Sólido con C.A. (10)(15)(17)	%	44.7	44.9	44.9	44.8
23	Peso Especifico Máximo del Agregado Total (14)(14)(15)(17)	g/cm <sup>3</sup>	2.867	2.867	2.867	
24	C.A. Absorción por el Peso del Agregado Total (102)(14)(15)(17)	%	0.62	0.62	0.62	
25	% de Anillo Eléctrico (11-26)	%	4.32	4.32	4.32	
26	Peso (201) pulg	mm	0.62	0.62	0.62	0.62
27	Estabilidad en campo		1132	1119	1109	
28	Punter de Estabilidad		1.24	1.24	1.24	
29	Estabilidad en campo (27)(28)	%	1127	1107	1106	1107
30	Punter de Rigidez (28)(29)	g/cm <sup>3</sup>	379	360	347	376
31	Número de Datos por Caso		00	00	00	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
C.O.P.E. 12323 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 43 de octubre Jr. Tanguy N°; B lote 07 - Nuevo Chimbote - ITC: 206029648  
Teléfono: 934877100 - 931417124 e-mail: W2a423@hotmail.com

FORMATO	Código	AE-FO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	6 de 13

TEMA : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET RECICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
TESISTAS : - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
              : - TEMPLE SONILLA ENRIQUE  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH  
FECHA      : 11 DE OCTUBRE DEL 2023  
CANTERA    : EL CHERO

## PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T345

### Componentes:

#### Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adherencia 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Wca = 6.58

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1727.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13075.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12418.0
5.-	Volumen	gr.	657.0
Peso Especifico Máximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.628



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilton J. Zelaya Santos  
CIP: 12779 - CONSULTOR EN 12779b  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Dirección: P.O. Box 10000 - Lima 10, Perú - Teléfono: 011-441-1111 - Fax: 011-441-1111  
E-mail: info@geolab.com.pe

FORMATO		Código	SE-PO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-18		Verión	01
		Página	
		6 de 12	

**TÍTULO** : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON 'PET RECIKLADO' EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

**TESTISTAS** : - DIEGO MARTÍNEZ JHON KENDY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

**CANTERA** : EL CHERO

### ENSAJO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-18 / MTC E 904

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Pavimento Base	40.0%
Pavimento Subbase	30.0%
Pavimento Base	30.0%
Pav. Base	0.0%
T. Base	100.0%
C.A. PER	60.0%

Letras del	Letras utilizadas	Peso (g/1000g)
00	1778.20	00
01	1778.20	01
02	1777.32	02

Número de Pruebas	0'	1	2	3	4	Prueba
1	%	0.00	0.00	0.00		
2	%	37.80	37.80	37.80		
3	%	35.00	35.00	35.00		
4	%	35.00	35.00	35.00		
5	%	0.00	0.00	0.00		
6	g/100	1.018	1.018	1.018		
7	g/100	0.818	0.818	0.818		
8	g/100	0.621	0.621	0.621		
9	g/100	0.424	0.424	0.424		
10	g/100	0.227	0.227	0.227		
11	mm					
12	g/100	100.0	100.0	100.0		
13	g/100	100.0	100.0	100.0		
14	g/100	100.0	100.0	100.0		
15	g/100	100.0	100.0	100.0		
16	g/100	0.401	0.401	0.401	0.401	
17	g/100	0.604	0.604	0.604		
18	g/100	0.807	0.807	0.807		
19	%	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1
20	g/100	0.818	0.818	0.818		
21	%	16.4	16.3	16.3	16.3	16.3
22	%	74.4	74.7	74.8	74.8	74.8
23	g/100	0.803	0.803	0.803		
24	%	0.07	0.07	0.07		
25	%	4.93	4.93	4.93		
26	mm	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
27	mm	11.00	11.00	11.11		
28	mm	1.00	1.00	1.00		
29	mm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
63	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
69	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
77	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
78	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
79	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
81	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
82	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
83	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
84	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
85	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
86	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
87	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
88	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
91	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
92	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
93	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
94	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
95	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
96	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
97	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
98	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
99	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

**Ingeniero Wilson J. Zelaya Santos**  
CIP. 145373 - CONSULTOR C. 173794  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIALES,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.O. de estudio Jr. Tumbay M., B. lote 97 - Nuevo Chimbote - BEC: 2604180648  
Teléfono: 814877128 - 81417124 e-mail: WZel23@gmail.com

FORMATO	Código	AE-FO-1998
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	7 de 13

TEMA: INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON 'PET REICLADO' EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESTISTAS: - DIEGO MARTINEZ JHON KEHOY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE

UBICACIÓN: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA: 11 DE OCTUBRE DEL 2023

CANTERA: EL CHERO

### PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T348

#### Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEH 80/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adherencia 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Nota: 0.38

Identificación muestra		Unid	01
1.-	Peso del material	gr.	1728.8
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13076.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	13412.3
5.-	Volumen	gr.	663.7
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.804

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.R. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, EMPAQUES DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, EXPERIMENTOS, PERFILES SECCIONALES, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.O. Box 40000, San José, Costa Rica - Teléfono: (506) 2222-1111  
Teléfono: (506) 2222-1111 e-mail: info@geolab.com.ec



	FORMATO	Código	AS-PO-1999	
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01	
		Fech		
		Página	8 de 13	

TEMA : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON 'PET RECICLADO' EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
 TESIS : - DIEGO MARTÍNEZ (POR KENY)  
 - TEMPLE BONILLA ENRIQUE  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH  
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023  
 CANTERA : EL CHERO

### ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-15 / MTC E 304

PORCENTAJES DE PASADO	
Placa Chamada	40.0%
Área Chamada	30.0%
Área Zarcado	20.0%
Placa	0.0%
Z. Base	100.0%
T.A. PMS	80.0%

Llaves (mm)	Llaves (milímetros)	Peso (g)	(g/100 g)
100	100.00	340	
150	150.00	300	
190	190.00	300	

Número de Prueba	U*	1	2	3	4	Procedo
1. % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2. % de Placa Chamada en Peso de la Mezcla	%	37.90	37.90	37.90		
3. % de Área Chamada en peso de la Mezcla	%	30.90	30.90	30.90		
4. % de Área Zarcado en peso de la Mezcla	%	20.50	20.50	20.50		
5. % de Placa en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6. Peso Especifico Aparente de C.A.	g/cc	1.918	1.918	1.918		
7. Peso Especifico Placa Chamada Bulk	g/cc	2.818	2.818	2.818		
8. Peso Especifico Área Chamada Bulk	g/cc	2.821	2.821	2.821		
9. Peso Especifico Área Zarcado Bulk	g/cc	2.818	2.818	2.818		
10. Peso Especifico del Sólido Aparente	g/cc	2.947	2.947	2.947		
11. Agua Presente de la Prueba	mm					
12. Peso de la Imprima en el Aire	g	1045.4	1045.5	1045.5		
13. Peso de la Imprima Saturada	g	1080.5	1080.5	1080.5		
14. Peso de la Imprima en el Agua	g	765.3	765.8	765.8		
15. Número de la Imprima por desplazamiento (15-16)	cm	480.9	480.7	480.7		480.1
16. Peso Especifico de la Prueba (14/15)	g/cc	2.315	2.309	2.314		2.308
17. Peso Especifico Máximo (Peso ASTM D-2041)	g/cc	2.888	2.885	2.885		
18. Peso Especifico Máximo (Teórico)	g/cc	2.848	2.848	2.848		
19. % de Vacío (16/17-18/18)	%	2.0	2.1	2.0		2.0
20. Peso Especifico Bulk del Agregado Total (21-24+4+480.58-58-470+811+470)	g/cc	2.818	2.818	2.818		
21. % M.A. Vacío del Agregado Máximo (19-21+4+480.58)	%	18.1	18.8	18.5		18.5
22. % vacio teorico con C.A. (19/21-21/21)	%	89.8	88.7	89.2		89.0
23. Peso Especifico Densidad del Agregado Total (21-24+4+480.58/1818-17)	g/cc	2.880	2.880	2.880		
24. C.A. Absorción por el Peso del Agregado Total (19/21/23-23/23)	%	0.52	0.52	0.52		
25. % de Agua Absorbida (1-25)	%	0.68	0.68	0.68		
26. Peso (g) (26)	mm	8.8	8.38	8.32		8.38
27. Estabilidad en secado						
28. Factor de Densidad		1.08	1.28	1.08		
29. Estabilidad compacta (27/28)	g	1118	1107	1108		1108
30. Puntos de Rigidez (29/30)	g/cc	3291	3388	3388		3388
Número de Golpes por Capa		50	50	50		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP 195337 CONSULTOR C y 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, REMEDIACIÓN,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.O. de octubre 21, Tarma 20, 8 km 4<sup>to</sup> - Nuevo Chimbote - ITC: 286419849  
Teléfono: 814871118 - 814871120 e-mail: 9304823@hotmail.com



FORMATO	Código	AE-FO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	9 de 13

TESIS : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET REICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESISTAS : - DEGO MARTINEZ JHON KENDY

: - TEMPLE BONILLA ENRIQUE

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

CANTERA : EL CHERO

### PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T248

#### Componentes:

##### Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEK 6070 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adherencia 0.5% (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Riesgo 5.88

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1865.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13213.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	13498.0
5.-	Volumen	gr.	723.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.580



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 475473 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELO + FÍSICOQUÍMICA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIMENTAL, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESUMENES,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.O. de octubre Jr. Tarma N.º 8 lote 07 - Nuevo Chimbote - BIC: 266419960  
Teléfono: 84877330-84347324 e-mail: P02a23@geolab.com



FORMATO	Código	AE-PO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	9 de 13

TESIS : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET RECICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESISTAS : - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY

: - TEMPLE BONILLA ENRIQUE

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

CANTERA : EL CHERO

### PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T246

#### Componentes:

##### Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 6070 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adherencia 0.5 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Rosen 6.80

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1866.0
2.-	Peso agua + fresco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + fresco + material	gr.	13213.0
4.-	Peso agua + fresco + material (ensayo)	gr.	12486.0
5.-	Volumen	gr.	723.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.580



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES CHIL  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

N.º 194373 - CONSULTOR C - 1/7798  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIMENTOS, PERFILES TECNICA, SUPERVISION, RESERVENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

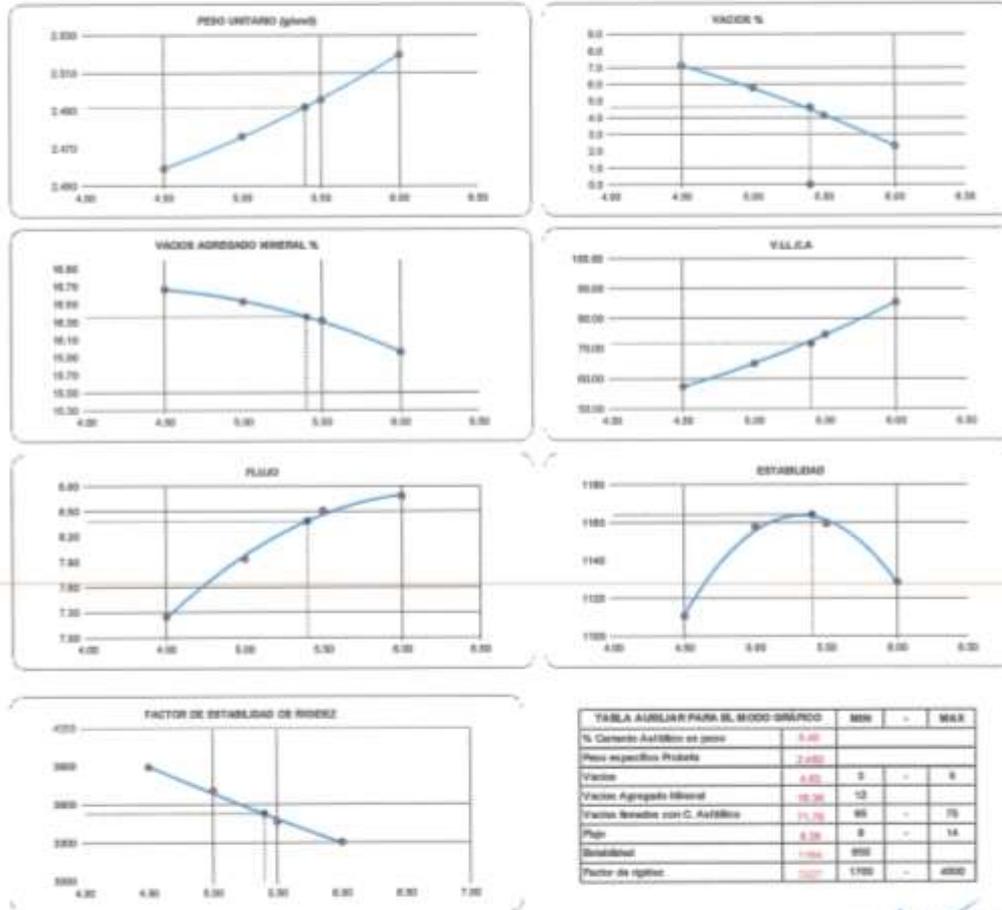
Oficina: P.O. Box 10100 - J. Pangoa - R. P.O. Box 10100 - Pangoa - Chimbote - PERU: 060410000  
Teléfono: 0510771100 - 0510771700 e-mail: Pangoa@geolab.com



	FORMATO	Código	AE-PO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Fecha	
		Página	10 de 13

TEMA : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET REICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
 TESIS : - DEGO MARTINEZ JHON KENDY  
 - TEMPLE BORNILLA ENRIQUE  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH  
 FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023  
 CANTERA : EL CHERO

## DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO ASTM D6927-15 / AASHTO T248



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP: 100715 - CONSULTOR C. 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIENCIAS, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOSOficina: P.O. de octubre Jr. Pongoy No. 8 Anzo 87 - Nuevo Chimbote - PERU 2000199620  
Teléfono: 024271140 - 442417132 e-mail: W0242713@hotm.com

FORMATO	Código	AE-FO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D4927-15	Versión	01
	Página	11 de 13

TESIS : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET RECICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
TESISTAS : - DIEGO MARTÍNEZ JHON KENDY  
- TEMPLE BONILLA ENRIQUE  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH  
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023  
CANTERA : EL CHERO

CUADRO RESUMEN DISEÑO MARSHALL  
ASTM D4927-15 / AASHTO T245

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	
		MIN	MAX	Tedrico	Verificación E.4
Piedra Chancada	%			40.0	40.0
Arena Chancada	%			35.0	35.0
Arena Zarandeada	%			25.0	25.0
Cal	%			0.0	0.0
Aditivo	%			0.5	0.5
Cemento Portland	%			5.40	5.40
Peso Especifico Probeta	Kg/cm <sup>3</sup>			2.492	2.492
Vacios	%	3	5	4.6	4.6
Vacios Agregado Mineral	%	12		16.4	16.4
Vacios Llenados con C.A.	%	85	75	71.7	71.7
Flujo	mm.	5	14	6.4	6.4
Estabilidad	Kg.	815		1164	1164
Factor de rigidez	Kg/cm.	1750	4000	3527	3527

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOIng. Wilson J. Zelaya Santos  
C.O.P.E.C. - CONSULTOR C 4 127796  
ESPECIALIDAD EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ELABORACION DE EXISTENCIAS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIMENTAL, PERFILES TECNICO, SUPERFICIES, RESISTENCIA,  
LEYENDA AMBITOS SUPERFICIALES

Oficina: P.O. de contacto: D. Fongar M. D. José S.T. - Pisco - Chicla - ITC: 086400000  
Telefono: 0447 700 8000 / 700 8001 o mail: info@geolab.com



	FORMATO	Código	AS-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6827-15	Versión	01
		Página	12 de 12

TESIS : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON 'PET RECICLADO' EN EL SECTOR DE S DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

TESISTAS : - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY

- TEMPLE BORILLA ENRIQUE

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

CANTERA : EL CHERO

## ENSAJO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6827-15 / MTC E 994

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
arena Chancada	55.0%
arena Gravedad	32.0%
Fibra	0.0%
C. Agua	100.0%
C.A. PDM	60.0%

Lectura del	Lectura calibrada	Peso (g/100 ml)
300	100.00	300
300	100.20	300
300	100.30	300

Número de Pruebas	U'	1	2	3	4	Prueba	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.40	5.40	5.40		
2	Sub. Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.04	27.04	27.04		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	30.71	30.71	30.71		
4	% de Arena Gravedad en peso de la Mezcla	%	33.06	33.06	33.06		
5	% de Fibra en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	Peso Especifico Agregado de C.A.	g/ml	2.008	2.008	2.008		
7	Peso Especifico Piedra Chancada Sub.	g/ml	2.818	2.818	2.818		
8	Peso Especifico Arena Chancada Sub.	g/ml	2.621	2.621	2.621		
9	Peso Especifico Arena Gravedad Sub.	g/ml	2.616	2.616	2.616		
10	Peso Especifico del Agua Agregada	g/ml	2.000	2.000	2.000		
11	Masa Promedio de la Prueba	kg					
12	Peso de la Mezcla en el Aire	g	1204.9	1204.9	1204.2		
13	Peso de la Mezcla Saturada	g	1207.8	1208.3	1208.2		
14	Peso de la Mezcla en el Agua	g	782.8	782.4	782.2		
15	Volumen de la Mezcla por desplazamiento (V <sub>m</sub> )	cc	482.4	482.3	482.2	482.2	
16	Peso Especifico de la Prueba (V <sub>m</sub> )	g/ml	2.499	2.499	2.499	2.499	
17	Peso Especifico Máximo (Real) ASTM D 2001	g/ml	2.812	2.812	2.812		
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	100(17.04+30+40+0+0+0+0)	g/ml	2.873	2.873	2.873	
19	% de Vacío	100(17.04-16.75)	%	4.8	4.7	4.8	4.8
20	Peso Especifico Sub. del Agregado Total	100(17.04+16.75+30+40+0+0+0)	g/ml	2.818	2.818	2.818	
21	% V.V.A. Máximo del Agregado Mineral	100(17.04+16.75)	%	16.3	16.4	16.4	16.4
22	% Vacío Máximo con C.A.	100(17.04-16.75)	%	71.8	71.4	71.7	71.7
23	Peso Especifico Densidad del Agregado Total	100(17.04+16.75)	g/ml	2.889	2.889	2.889	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	100(17.04-16.75)	%	0.94	0.94	0.94	
25	% de Agua Libre	(1.26)	%	4.70	4.70	4.70	
26	Peso (20°C) (M <sub>c</sub> )	mm	0.20	0.41	0.70	0.70	
27	Estabilidad en campo		100	100	100		
28	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad campo	(27.26)	kg	1177	1178	1177	1184
30	Factor de Rigidez	(2000)	g/ml	300	300	300	300
31	Número de Golpes por Capa		30	30	30		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

100773 - CONSULTOR C. / 127376  
Especialista en MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIENCIAS, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, REMEDIACIÓN,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Dirección: P.O. Box 101 de octubre 20, Zanjón 961, P. O. Box 977 - Nueva Chimbote - ITC - 200040000  
Teléfono: 052 7120 8640 7120 o móvil: 986470286 móvil



	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-1008</b>
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-16</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Página</b>	<b>12 de 13</b>

**TÍTULO** : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON 'PET RECICLADO' EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023

**TESTISTAS** : - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY

- TEMPLE BORILLA ENRIQUE

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

**CARTERA** : EL CHERO

### ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-16 / MTC E 504

PORCENTAJES DE MIERO	
Plástico Chamuscado	40.0%
Área Chamuscada	30.0%
Área Zanahusada	20.0%
Fibra	0.0%
Σ Grava	100.0%
C.A. (PTD)	60.2%

Lectura 60s	Lectura 30min	Peso (g) (seg)
202	1076.36	329
200	1060.23	331
202	1076.36	329

Número de Pruebas		1	2	3	4	Procedo
1	% S.A. en peso de la Mezcla	%	6.48	6.48	6.48	
2	% de Plástico Chamuscado en Peso de la Mezcla	%	37.84	37.84	37.84	
3	% de Área Chamuscada en peso de la Mezcla	%	30.11	30.11	30.11	
4	% de Área Zanahusada en peso de la Mezcla	%	23.65	23.65	23.65	
5	% de Fibra en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso Especifico Agregado de S.A.	gr/cm <sup>3</sup>	2.858	2.858	2.858	
7	Peso Especifico Plástico Chamuscado Sub	gr/cm <sup>3</sup>	2.858	2.858	2.858	
8	Peso Especifico Área Chamuscada Sub	gr/cm <sup>3</sup>	2.801	2.801	2.801	
9	Peso Especifico Área Zanahusada Sub	gr/cm <sup>3</sup>	2.815	2.815	2.815	
10	Peso Especifico del Fibra Agregado	gr/cm <sup>3</sup>	2.341	2.341	2.341	
11	Altera Procedido de la Prueba	gr				
12	Peso de la tripulante en el Aire	gr	1284.8	1288.2	1284.2	
13	Peso de la tripulante Saturado	gr	1387.8	1388.2	1384.8	
14	Peso de la tripulante en el Agua	gr	762.2	766.8	766.8	
15	Módulo de la tripulante por desplazamiento (15.16)	+/-	485.4	487.8	485.2	485.2
16	Peso Especifico de la Prueba (14.07)	gr/cm <sup>3</sup>	2.480	2.480	2.480	2.480
17	Peso Especifico Máximo (Real) ASTM D 2041	gr/cm <sup>3</sup>	2.812	2.812	2.812	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cm <sup>3</sup>	2.875	2.875	2.875	
19	% de Vacío	%	4.6	4.7	4.4	4.6
20	Peso Especifico Subtotal Agregado Total (2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12)	gr/cm <sup>3</sup>	2.838	2.838	2.838	
21	% V.M.A. Máximo del Agregado Gravel	%	95.3	95.4	95.4	95.4
22	% vacíos permitidos con C.A.	%	71.9	71.6	71.7	71.7
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6+7+8+9+10+11)	gr/cm <sup>3</sup>	2.869	2.869	2.869	
24	C.A. Añadido por el Peso del Agregado Total (13.07)(13.05)(13.02)	%	0.04	0.04	0.04	
25	% de Ancho Efectivo (1.28)	%	4.76	4.76	4.76	
26	Flujo (0.07) g/g	mm	0.36	0.47	0.36	0.36
27	Estabilidad en energía	mm	1076	1080	1076	
28	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
29	Estabilidad corregida (27.26)	mm	1171	1177	1171	1169
30	Factor de Rigidez (2.028)	gr/cm <sup>3</sup>	3576	3441	3680	3527
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CH 075165 - CONSULTOR C 127796  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIENCIAS, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, REMEDIACIÓN,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Oficina: P.J. 81 de octubre 20, Tumbayaco, 8 km 07 - Nuevo Chimbote - PERÚ. 2060200000  
Teléfono: 84877338-84877339 o. web: 84877338@geolab.com

FORMATO	Código	AE-PO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	13 de 13

TESIS : INFLUENCIA DE UN PAVIMENTO ECOLÓGICO CON "PET REICLADO" EN EL SECTOR DE 3 DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE, 2023  
TESISTAS : - DIEGO MARTINEZ JHON KENDY  
          : - TEMPLE BONILLA ENRIQUE  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH  
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023  
CANTERA : EL CHERO

### PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS ASTM D6927-15 / AASHTO T248

#### Componentes:

##### Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PCI 9370 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Aditivo Mejorador de Adherencia 0.3 % (en peso del Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico)

Slur : 5.48

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1859.8
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13207.8
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12406.0
5.-	Volumen	gr.	711.8
Peso Específico Máximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.613



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Inge. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP 15371 - CONSULTOR C + 1277%  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

## Anexo 5. Certificado de calibración

### Certificado del Tamizado



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-802-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión:	2023/06/17	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>  
Solicitante:	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	
Dirección:	IR. TANGAY MEJA, 8 LÓTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANICASH - SANTA NUEVO CHIMBOTE	
Instrumento de medición:	TAMIZ 2 1/2"	
Identificación:	NO INDICA	
Marca:	C & M	
Modelo:	NO INDICA	
Serie:	21.2	
Diámetro:	8"	
Estructura:	ACERO	
Procedencia:	PERÚ	
Ubicación: Lugar de calibración:	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente	
Fecha de calibración:	2023/06/17	

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Alvarado Carrión  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
63.21	63.42	64.53	64.21	61.49	61.58	63.21	63.15	63.00	0.15	1.103
63.54										

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-3680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A ÓVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA-  
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ 2"**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 2G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos.  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-Q12 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Cárlica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	I-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 436 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
49.61	49.57	49.78	50.12	50.36	51.24	49.86				
48.96	49.83	51.03								
							50.04	50.00	0.04	0.687

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LLA-800-2023**

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2023/06/17	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> 
<b>Solicitante</b>	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	
<b>Dirección</b>	JR. TANGAY MZA. 8 LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA NUEVO CHIMBOTE	
<b>Instrumento de medición</b>	TAMIZ 1 1/2"	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Marca</b>	C & M	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Serie</b>	1G	
<b>Diámetro</b>	8"	
<b>Estructura</b>	ACERO	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Ubicación</b>	Laboratorio de suelos	
<b>Lugar de calibración</b>	Instalaciones del cliente	
<b>Fecha de calibración</b>	2023/06/17	
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.	

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Edis Arroyave Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
37.21	37.26	37.45	37.61	38.06	38.11	37.69	37.64	37.50	0.14	0.383
37.09	37.22	38.02	36.98	37.68	37.44	37.61				
38.06	37.98	37.88	38.16							

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrillo  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante GRUPO COLQUE E.I.R.L.  
Dirección AV. INDEPENDENCIA, CUADRA 23 WRD, 3/N OTR,  
SALIDA CUSCO PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición TAMIZ 1"  
Identificación NO INDICA  
Marca C & M  
Modelo NO INDICA  
Serie 1G  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalcibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Araveño Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 801-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm							µm	µm	µm	µm
25.06	25.06	25.12	25.36	24.75	24.81	25.11	25.03	25.00	0.03	0.286
25.02	25.13	24.81	24.75	24.73	24.71	25.06				
25.21	25.26	25.34	25.46	24.38	25.46					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



## Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	IR, TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 3/4"
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	0121N21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arriola Carrica  
METROLOGÍA

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-3680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



## Arso Group

Laboratorio de Metrología

### Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Plie de Rey digital	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0,5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 23 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

### Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm						mm	mm	mm	mm
19.06	19.11	18.84	19.21	18.76	18.77	19.06			
19.17	18.96	18.87	18.77	18.69	18.93	19.02			
19.23	18.85	19.12	19.08	19.11	18.74				
						18.97	19.00	-0.03	0.171

### Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-797-2023

Página 1 de 2

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. 8 LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 1/2"
Identificación	NO INDICA
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	1.26
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arsuolo Cárnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRE	Pin de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm							µm	µm	µm	µm
12.58	12.43	12.45	12.44	12.52	12.54	12.40	12.48	12.50	-0.02	0.072
12.56	12.44	12.39	12.42	12.57	12.53	12.49				
12.48	12.57	12.34	12.41	12.56	12.42					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrasco  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vh. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 3/8"
Identificación	NO INDICA
Marca	S.A. EQUIPOS TECNICAS E INGENIERIA
Modelo	NO INDICA
Serie	151H
Dámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Edilberto Arévalo Carrasco  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú.  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm						µm	µm	µm	µm
9.45	9.48	9.52	9.53	9.56	9.48	9.56			
9.48	9.42	9.42	9.43	9.47	9.53	9.52			
9.66	9.62	9.58	9.63	9.43	9.62				
						9.52	9.50	0.02	2.079

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSO GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

ARSO GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión:** 2023/06/17

**Solicitante:** GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**Dirección:** JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.L. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA  
NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición:** TAMIZ 1/4"

**Identificación:** NO INDICA

**Marca:** S.A EQUIPOS TECNICAS E INGENIERIA

**Modelo:** NO INDICA

**Serie:** AS1M

**Diámetro:** 8"

**Estructura:** ACERO

**Procedencia:** PERÚ

**Ubicación:** Laboratorio de suelos  
**Lugar de calibración:** Instalaciones del cliente

**Fecha de calibración:** 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración:**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recibir sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Córdova  
METROLOGÍA



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 70 %hr	Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
6.29	6.33	6.29	6.29	6.34	6.36	6.33	6.35	6.30	0.05	0.052
6.42	6.44	6.39	6.42	6.32	6.33	6.35				
6.33	6.38	6.28	6.33	6.44	6.41					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. [\*] Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carmona  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porras, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2023/06/17

Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección: JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J.: 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE.

Instrumento de medición: TAMIZ Nº 4

Identificación: NO INDICA

Marca: C & M

Modelo: NO INDICA

Serie: 4G

Díámetro: 8"

Estructura: ACERO

Procedencia: PERÚ

Ubicación: Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración: Instalaciones del cliente

Fecha de calibración: 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido ni difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL.	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	I-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
4.68	4.68	4.72	4.83	4.82	4.77	4.69	4.76	4.75	0.01	0.049
4.82	4.83	4.76	4.81	4.79	4.78	4.75				
4.74	4.73	4.81	4.79	4.73	4.74					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-793-2023

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2023/06/17

**Solicitante** GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**Dirección** JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A DVALD LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición** TAMIZ N° 10

**Identificación** NO INDICA

**Marca** ARSOU

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 099B21

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** Laboratorio de suelos

**Lugar de calibración** Instalaciones del cliente

**Fecha de calibración** 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Plie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz. C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
2.01	2.02	1.99	1.98	1.99	1.96	2.03	2.01	2.00	0.01	0.031
1.98	1.97	2.02	2.01	2.03	2.03	2.04				
2.08	2.06	2.04	1.99	2.03	2.03					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2023/06/17

**Solicitante** GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**Dirección** JR. TANGAY MZA. 8 LOTE: 7 P.I. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA  
NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición** TAMIZ N° 20

**Identificación** NO INDICA

**Marca** ARSOU

**Modelo** NO INDICA

**Serie** D60C21

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** Laboratorio de suelos  
**Lugar de calibración** Instalaciones del cliente

**Fecha de calibración** 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición u de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido (parcialmente), excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Camico  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	I-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR	
μm						μm	μm	μm	μm	
836	845	839	847	863	852	859	851.52	850.00	1.52	10.451
849	847	849	861	856	863	864				
861	859	857	866	864	831	827				
849	851	856	847	836	854	855				
824	854	820	836	824	833	829				
845	847	851	847	842	858	856				
861	864	857	859	863	864	855				
866	857	871	866	862	865	866				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico  
METROLOGÍA



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión:** 2023/06/17

**Solicitante:** GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**Dirección:** JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición:** TAMIZ Nº 30

**Identificación:** NO INDICA

**Marca:** C & M

**Modelo:** NO INDICA

**Serie:** 30G

**Diámetro:** 8"

**Estructura:** ACERO

**Procedencia:** PERÚ

**Ubicación:** Laboratorio de suelos

**Lugar de calibración:** instalaciones del cliente

**Fecha de calibración:** 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración:**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento, realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS								PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
$\mu$ m											
586	592	584	585	576	589	593	602.18	600.00	2.18	22.318	
615	619	605	615	612	596	593					
581	587	583	582	582	610	603					
596	597	598	596	597	597	618					
614	612	605	608	596	597	596					
611	615	612	598	597	594	596					
596	601	599	596	598	586	612					
614	612	615	603	621	618	622					

Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSO GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Aravalo Carrico  
METROLOGIA

ARSO GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com



Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.I. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Instrumento de medición **TAMIZ N° 40**  
Identificación NO INDICA  
Marca C & M  
Modelo NO INDICA  
Serie 40G  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERU  
Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente  
Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arcevalle Carnicci  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm										
426	428	426	431	432	425	429	426.09	425.00	1.09	4.464
422	421	419	419	432	433	426				
436	428	427	431	432	432	433				
428	428	433	431	435	431	431				
427	428	428	429	433	430	432				
420	421	418	419	422	418	421				
418	418	415	421	422	416	423				
428	426	419	432	433	419	422				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Cerna  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Instrumento de medición **TAMIZ N° 50**  
Identificación NO INDICA  
Marca C & M  
Modelo NO INDICA  
Serie 50G  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
µm							µm	µm	µm	µm				
298	299	299	303	305	297	290	303.91	300.00	3.91	6.197				
309	298	297	297	298	301	291								
306	288	312	294	296	293	304								
288	291	293	291	292	294	293								
307	308	306	312	310	316	498								
304	303	317	311	313	306	308								
300	291	291	307	293	303	304								
299	291	301	307	297	295	309								
Arsou Group														

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlr. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 792 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17  
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A DVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Instrumento de medición **TAMIZ N° 100**  
Identificación NO INDICA  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Serie 048L21  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ  
Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones de cliente  
Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrizosa  
METROLOGIA



Patrones e instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
151	149	149	152	153	152	153	151.27	150.00	1.27	2.500
151	150	150	149	149	149	147				
147	145	151	152	150	148	146				
153	154	155	153	151	150	147				
147	145	146	153	154	152	151				
149	153	151	149	153	152	150				
153	154	153	154	155	149	155				
153	154	152	151	152	152	148				
147	148	151	148	152	151	149				
156	147	149	153	155	154	152				
157	153	154	157	156	154	154				
153	152	153	154	149	153	154				
155	153	151	143	148	151	153				
148	149	150	154	153	153	152				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A DVALO LAS AMERICAS) ANCASH -  
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ Nº 200**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 127M21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERU

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Instalaciones del cliente.

Fecha de calibración 2023/06/17

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arzvalo Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Celi: +51 928 196 793 / Celi: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	I-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm							µm	µm	µm	µm
73	74	75	72	71	78	76	75.27	75.00	0.27	1.988
73	71	76	75	75	73	72				
72	75	76	77	75	76	75				
74	72	73	74	75	78	77				
76	77	76	75	78	75	76				
72	74	76	73	74	78	77				
78	75	76	78	78	75	75				
78	78	75	76	78	74	76				
76	73	75	74	77	76	77				
76	78	75	77	79	78	77				
74	75	78	75	78	76	73				
71	75	74	76	72	77	76				
72	78	75	76	74	77	78				
73	74	72	75	79	75	76				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

# Certificado de calibración de la prensa Marshall



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° COE-073-2023

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2023/09/19  
**Solicitante** GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
**Dirección** JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A  
DVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO  
CHIMBOTE.  
**Instrumento de medición** PRENSA MARSHALL CON CELDA DE CARGA  
**Identificación** NO INDICA  
**Marca/Prensa** ARSOU  
**Modelo** PR208  
**Serie** 550881  
**Celda de Carga** TIPO 5  
**Modelo** 101NH-10KLB  
**Capacidad** 5000 kg  
**Indicador** ANYLOAD  
**Modelo** DD-KCI  
**Serie** 4920000175  
**Procedencia** PERÚ  
**Ubicación** LABORATORIO DE ASFALTO  
**Lugar de calibración** Instalaciones del cliente  
**Fecha de calibración** 2023/09/07

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de cargas.

  
Firmado digitalmente  
por Juan F. Vilanueva  
Fecha: 2023.09.19  
10:28:25-05'00'

**Jefe de Metrología**

**\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO\***  
Capacitación y Desarrollo de Nuevas Tecnologías S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Liumpá 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentiaac.com.pe

cadentiaacperu@hotmail.com

operaciones@cadentiaac.com.pe

web:

www.cadentiaac.com.pe

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	FORCE TRANSDUCER	INF-LE N° 039-23

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 22,1 °C	Final: 22,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 73 %hr	Final: 73 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE CELDA DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRÓN ( kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR		RPTBLD %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %		Ep %	Rp %	
500	501,1	501,6	0,22	0,32	501,4	0,27	0,07	
1000	1001,1	1001,6	0,11	0,16	1001,4	0,14	0,04	
1500	1501,3	1501,9	0,09	0,13	1501,6	0,11	0,03	
2000	2003,4	2004,1	0,17	0,2	2003,8	0,19	0,02	
2500	2506,1	2506,8	0,24	0,27	2506,5	0,26	0,02	
3000	3008,2	3009,3	0,27	0,31	3008,8	0,29	0,03	
3500	3510,1	3510,8	0,29	0,31	3510,5	0,30	0,01	
4000	4012,3	4013,2	0,31	0,33	4012,8	0,32	0,02	

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

**\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO\***

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

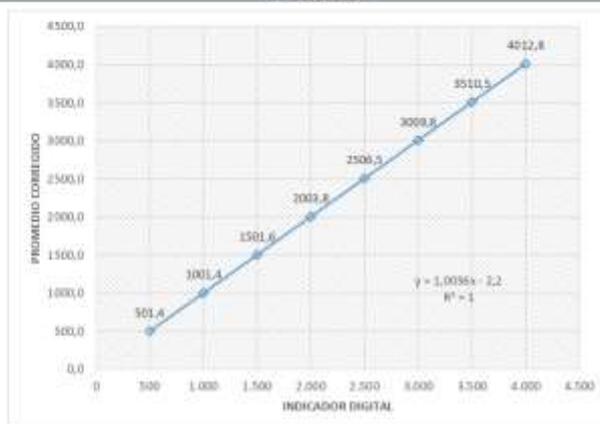
cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0036x - 2,2$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO\***

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

## Anexo 6. Resultados del cálculo de la hipótesis

### Análisis de varianza de un factor (ESTABILIDAD)

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	3	458.2	152.733333	13.4110333
P-1.5	3	538.88	179.626667	8.71003333
P-3	3	635.9	211.966667	4.91853333
P-4.5	3	698.87	232.956667	27.2700333

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	11248.6252	3	3749.54174	276.160343	2.051E-08	4.06618055
Dentro de los grupos	108.619267	8	13.5774083			
Total	11357.2445	11				

### Análisis de varianza de un factor (FLUJO)

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	3	557.1	185.7	27.4012
P-1.5	3	623.15	207.716667	58.1569333
P-3	3	699.64	233.213333	11.0840333
P-4.5	3	787.25	262.416667	13.1590333

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9842.02657	3	3280.67552	119.513285	5.5354E-07	4.06618055
Dentro de los grupos	219.6024	8	27.4503			
Total	10061.629	11				

Análisis de varianza de un factor  
(PORCENTAJE DE VACÍOS)

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
P	3	706.51	235.503333	14.0864333
P-10	3	720.52	240.173333	60.9912333
P-20	3	790.23	263.41	19.1461
P-30	3	871.49	290.496667	10.1096333

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5723.19429	3	1907.73143	73.1398164	3.7149E-06	4.06618055
Dentro de los grupos	208.6668	8	26.08335			
Total	5931.86109	11				

**Anexo 7.** Registro fotográfico.

**Imagen 1.** Agregados para mezcla asfáltica.



**Imagen 2.** Estudiante realizando el ensayo Marshall.



**Imagen 3.** Estudiante realizando el ensayo Marshall.



**Imagen 4.** Estudiante midiendo la temperatura de la mezcla asfáltica.



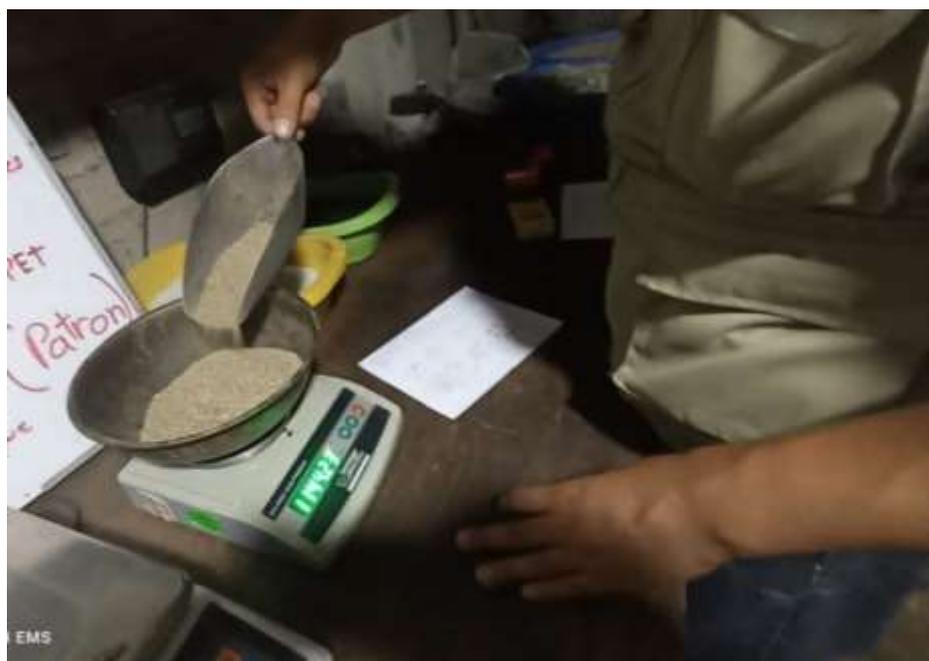
**Imagen 5.** Estudiante midiendo la temperatura de la mezcla asfáltica.



**Imagen 6.** Estudiante añadiendo la mezcla asfáltica.



**Imagen 7.** Estudiante calculando la cantidad de compuestos.



**Imagen 8.** Estudiante calculando la cantidad de compuestos.



**Imagen 9.** Estudiante en el laboratorio junto a la prensa Marshall.



**Imagen 10.** Estudiante en el laboratorio junto a la prensa Marshall.



**Imagen 11.** Estudiante en el laboratorio junto a la prensa Marshall y las briquetas.



**Imagen 12.** Estudiante en el laboratorio junto a las briquetas endurecidas.



Imagen 13. Briquetas endurecidas.



