



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA  
ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA  
ASFÁLTICA**

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

**Autor**

Bach. Bobadilla Peña Jorge Ronaldo  
<https://orcid.org/0000-0003-1385-1800>

**Asesor**

Mg. Ruiz Saavedra Nepton David  
<https://orcid.org/0000-0001-6847-9829>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y  
la Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú  
2024**


**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Bobadilla Peña Jorge Ronaldo	DNI: 71448163	
------------------------------	---------------	---

Pimentel, 10 de mayo del 2024

## REPORTE DE SIMILITUD TURINITIN

Similarity Report

PAPER NAME

**TESIS CORTA EN WORD FINAL**

AUTHOR

-

WORD COUNT

**8481 Words**

CHARACTER COUNT

**43894 Characters**

PAGE COUNT

**66 Pages**

FILE SIZE

**52.6KB**

SUBMISSION DATE

**Jun 19, 2024 7:12 PM GMT-5**

REPORT DATE

**Jun 19, 2024 7:13 PM GMT-5**

### ● 22% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 16% Internet database
- 16% Submitted Works database
- 0% Publications database

**INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE  
UNA MEZCLA ASFÁLTICA**

**Aprobación del jurado**



---

**MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO**  
**Presidente del Jurado de Tesis**



---

**MAG. BARRETO REQUEJO DAVID**  
**Secretario del Jurado de Tesis**



---

**MAG. DELGADO PÉREZ MILTHON JEINER**  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mi madre, quien tanto me apoyo en mi carrera profesional como en la vida inculcándome buenos valores, a mi hermana alentándome y sirviendo como ejemplo para superarme día a día, y a todos los que estuvieron a mi lado en mi carrera universitaria para que sea posible esta tesis.

**Bobadilla Peña Jorge Ronaldo**

## **Agradecimiento**

A mis padres por formarme con los valores necesarios, guiarme por un buen camino y apoyarme siempre en mis decisiones.

A mi hermana que gracias a sus consejos y sirviéndome de ejemplo puedo lograr este proyecto de investigación.

A la Universidad Señor de Sipán por ser mi centro de estudios donde pude culminar mi carrera universitaria y a mis docentes que me formaron durante mi formación universitaria.

**Bobadilla Peña Jorge Ronaldo**

## Índice

Resumen.....	10
Abstract.....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	27
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
3.1 Resultados .....	33
3.2 Discusiones.....	42
IV. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....	45
4.1 Conclusiones.....	45
4.2 Recomendaciones .....	46
V. REFERENCIAS.....	48
ANEXOS .....	54

## Índice de Tablas

TABLA I CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL POLITEREFTARATO DE ETILENO (PET) .....	25
TABLA II CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) .....	26
TABLA III VARIABLES DE OPERACIONALIZACION .....	28
TABLA IV DETERMINACION DE MUESTRA PATRON.....	29
TABLA V DETERMINACIÓN DE MUESTRA INCORPORANDO PET .....	29
TABLA VI DETERMINACIÓN DE LAS COMBINACIONES DE FIBRAS.....	30
TABLA VII ENSAYOS APLICADO AL AGREGADO FINO Y GRUESO.....	34
TABLA VIII DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 5.00% C.A .....	35
TABLA IX DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 5.50% C.A. ....	36
TABLA X DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 6.00% C.A. ....	36
TABLA XI DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 6.50% C.A .....	36
TABLA XII RESULTADOS VOLUMÉTRICOS EN TRÁNSITO MEDIANO .....	38



## Índice de Figuras

Fig. 1. Diagrama de Flujo .....	32
Fig. 2 Combinado teórico de los agregados .....	34
Fig. 3 Peso Específico de la mezcla asfáltico patrón .....	37
Fig. 4 Vacíos de la mezcla asfáltico patrón.....	37
Fig. 5 Flujo de la mezcla asfáltico patrón.....	37
Fig. 6 Estabilidad/Flujo de la mezcla asfáltico patrón .....	38
Fig. 7 Propiedades físicas de las mezclas asfálticas para tránsito medio .....	40
Fig. 8 Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas para tránsito medio .....	40

## Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la influencia de las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica. La metodología fue del tipo aplicada y su diseño experimental donde se elaboró 180 briquetas para diseñar el tipo de tránsito B, los agregados pétreos fueron obtenidos de la cantera Planta de Asfalto del gobierno regional, ubicada en Batan grande y las fibras de PET Y HDPE fueron obtenidas de una planta recicladora, se estableció la relación de los porcentajes PET de 2.0%, 3.5%, 5.0%, 6.5% y 1.50%, 2.50%, 3.50% y 4.50% en fibras HDPE para los diseños de mezcla asfáltica. Los resultados correspondientes a la calidad de los agregados cumplieron con las exigencias de la norma peruana MTC-2013; el diseño granulométrico por combinación realizado para la mezcla convencional y las modificadas con adición de fibras PET y HDPE en diferentes porcentajes resultaron en un tipo de gradación MAC-2 dando como resultado que el porcentaje optimo que se obtuvo al incluir el PET es de 3.5% y 1.5 % de HDPE al 6.00% de optimo contenido de cemento asfáltico, ambos contenidos fueron con respecto al peso total de los agregados. Finalmente se concluye que usar fibras PET en la mezcla asfáltica con 3.5% y en un 6.0% de contenido de asfalto óptimo mejora en gran medida la estabilidad, flujo y relación estabilidad-flujo para un tránsito mediano, sin embargo, con la adición del porcentaje 1.5% de HDPE llega a incrementar sus características en sus propiedades.

**Palabras Clave:** Tereftalato de Polietileno (PET), HDPE, Cemento asfáltico, Método Marshall.

## **Abstract**

The objective of this thesis was to determine the influence of PET and HDPE fibers on the stability and flow of an asphalt mixture. The methodology was of the applied type and its experimental design where 180 briquettes were made to design type B traffic, the stone aggregates were obtained from the Asphalt Plant quarry of the regional government, located in Batan Grande and the PET and HDPE fibers were obtained from a recycling plant, the relationship of PET percentages of 2.0%, 3.5%, 5.0%, 6.5% and 1.50%, 2.50%, 3.50% and 4.50% in HDPE fibers for the asphalt mixture designs was established. The results corresponding to the quality of the aggregates met the requirements of the Peruvian standard MTC-2013; The granulometric design by combination carried out for the conventional mixture and those modified with the addition of PET and HDPE fibers in different percentages resulted in a type of MAC-2 gradation, resulting in the optimal percentage obtained by including PET is 3.5%. and 1.5% HDPE at 6.00% optimal asphalt cement content, both contents were with respect to the total weight of the aggregates. Finally, it is concluded that using PET fibers in the asphalt mixture with 3.5% and 6.0% of optimal asphalt content greatly improves the stability, flow and stability-flow relationship for medium traffic, however, with the addition of the percentage 1.5% HDPE increases its characteristics in its properties.

**Keywords:** Polyethylene Terephthalate, HDPE, Asphalt Cement, Marshall Method.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo hablar de pavimentos flexibles es referirse a un tipo de pavimento compuesta por una mezcla asfáltica, usada en vías de grandes longitudes debido sus ventajas económicas y estructurales [1]; sin embargo, en muchas ocasiones debido al alto flujo vehicular que cada día está en aumento y condiciones ambientales altas, estos tienden a presentar diversas deficiencias en la capa de rodadura, no llegando a cumplir su tiempo de vida útil [2].

Solo en Brasil una de las problemáticas más comunes que afectan los pavimentos flexibles es la elevada deformación inicial que presentan las capas de rodadura, tensiones y deformaciones límites [3], tal es así que se aborda aspectos relevantes desde la concepción del pavimento con nuevos diseños donde las adiciones de nuevos materiales serán relevantes para su refuerzo estructural, haciéndolo económico, duradero y sustentable [4].

La red vial pavimentada de asfalto representa el 22,16% de la totalidad de vías en Chile, la cual gran parte viene presentando fallas como fisuras o grietas, deterioros superficiales y deficiencias estructurales, cuyas causas se ven evidenciadas a faltas de mantenimiento, efectos ambientales, cambios bruscos de temperaturas entre otros [5].

En Ecuador, existe un porcentaje muy alto de carreteras sin pavimentar y en caso de pavimentos flexibles existentes se tiene la presencia de fallas estructurales ocasionado por factores ambientales, como el sol, lluvias, salinidad del suelo, la baja capacidad portante de los suelos [6], que en conjunto han conllevado a reducir la vida útil de los mismos, lo que ha sobrellevado a plantear sistemas eficaces en tecnología, como la inclusión de Geosintéticos, formando un sistema de reforzamiento estructural óptimo, ayudando a mitigar problemas de incapacidad estructural [7].

Los progresivos experimentos de reducir el aumento de materiales naturales para conservar recursos económicos limitados en todo el mundo han llevado a investigar la

posibilidad de utilizar materiales alternativos y sostenibles en los pavimentos asfálticos. En el Perú, el pavimento flexible elaborado a partir de mezclas asfálticas es el principal tipo de pavimento utilizado en infraestructura vial como pistas, carreteras, etc. [8]; Sin embargo, los pavimentos en varios de los distritos de la capital y en nivel nacional se hallan en mal estado debido a diversos factores [9].

Actualmente, la producción de residuos sólidos está aumentando en Lima debido a la concentración poblacional y la diversificación de la actividad económica [10], ahora bien, si hablamos específicamente de las botellas de plástico, mencionemos que de los 3.500 millones de botellas de plástico que se producen cada año, menos del 50% se reciclan, lo que nos da un total de 1.750 botellas de plástico que no son recicladas en el Perú [11].

Actualmente, los plásticos más comúnmente reciclados debido a su estructura son el PET (tereftalato de polietileno) y el HDPE (polietileno de alta densidad) [12], sin embargo, no todos los plásticos son igualmente fáciles de procesar y el proceso de reciclaje no siempre es económicamente viable ni está ampliamente disponible. Por lo tanto, algunos plásticos se reciclan con menos frecuencia o no son aptos para el reciclaje [13].

En Piura, ha experimentado un aumento tanto en el número de vehículos como en sus respectivos pesos, lo que ha provocado una marcada degradación de las superficies asfaltadas de las carreteras, especialmente en las intersecciones de tráfico y las zonas de estacionamiento [14], mejorar el rendimiento de las carreteras asfaltadas mediante mantenimiento regular, mejoras operativas o el uso de mezclas asfálticas superiores se ha vuelto imperativo para mitigar o prevenir la deformación de la superficie de las carreteras [15].

En Chiclayo, las calles de José Leonardo Ortiz la inadecuada capa asfáltica de la vía ha provocado daños estructurales en diversos grados y separación de rodadura; A pesar de los procesos de cumplimiento y los métodos de reparación y mantenimiento implementados por el sistema público, no se desarrolla ninguna solución [16], es así que se presenta como

propuesta de diseño y solución, aplicar una nuevas tecnologías estructurales viales modernas de pavimento asfáltico, técnico – económico, mediante la inclusión de fibra PET y HDPE en el asfalto. [17].

En China Chen et al [18], en su investigación tuvo como objetivo realizar mezclas asfálticas sostenibles con desechos de HDPE. La metodología consistió en realizar tres mezclas asfálticas, una con ligante asfáltico PG 76-22 (modificado con SBS); otra con ligante asfáltico PG 70-22 (modificado con SBS); y una mezcla con aglutinante PG 67-22 y 3% de HDPE (la mezcla plástica). En los resultados, las mezclas cumplieron con el umbral de agrietamiento para vías de alto volumen de tráfico, la mezcla asfáltica plástica tuvo comportamientos idénticos que el ligante asfáltico PG 70-22. Concluyó que a mezcla que contiene HDPE PWM logró una mayor rigidez.

Movilla et al. [19], en su investigación tuvo como objetivo investigar la factibilidad de la incorporación de las botellas PET en la producción de mezcla asfáltica. La metodología fue experimental ya que se incorporó botellas PET en porcentajes de 6%, 10%, 14%, 18% y 22%. Entre los resultados se obtuvo una densidad con el 6% de 2.38 gr/cm<sup>3</sup>, con el 10% de incorporación se obtuvo una densidad de 2.37 gr/cm<sup>3</sup>, con el 14% se obtuvo 2.35 gr/cm<sup>3</sup>, con el 18% se obtuvo 2.34 gr/cm<sup>3</sup> y con 22% se obtuvo 2.33 gr/cm<sup>3</sup>. Se concluyó que existe un mayor contenido de vacíos de aire cuando la vía seca incorpora PET en comparación con la vía seca modificada.

Xiao et al. [20], en su artículo tuvo como objetivo evaluar las cualidades mecánicas de masilla asfáltica pétreo al incluir polietileno de alta densidad. La metodología consistió en realizar mezclas de masilla asfáltica pétreo con adiciones de HDPE, para luego medir la densidad máxima, la densidad aparente y la estabilidad para las propiedades mecánicas. Los resultados mostraron que las mezclas con 4 % de HDPE tuvieron mejor resistencia a la fatiga, mientras que el rendimiento ante la formación de roderas fue un 8 % de HDPE. Concluyó que

la vida de fatiga máxima y la profundidad mínima de ahuellamiento se registraron como 157.090 ciclos y 1,05 mm.

Olukanni et al. [21] en su estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del HDPE y PET sobre el rendimiento del pavimento flexible. La metodología consistió en realizar una serie de ensayos con la mezcla bituminosa sustituyendo el aglutinante bituminoso por las distintas proporciones de HDPE (4%, 6%) y PET (6%,8%). Entre los resultados se tuvo aumentos considerables del Marshall la estabilidad, es decir un aumento del 52 %. Concluyó que la adición de HDPE y PET presenta efectos positivos sobre las particularidades de las mezclas asfálticas, promoviendo la reutilización de residuos plásticos.

Nishanthini et al [22], en la investigación su objetivo fue evaluar las cualidades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente al incluir fibras PET y partículas de madera carbonizada como reemplazo de agregados finos. La metodología consistió en realizar un diseño de mezcla asfáltica con diferentes adiciones de PET y cenizas carbonizadas, para luego mediante el ensayo Marshall, determinar diferentes propiedades físicas. Entre los resultados obtenidos se concluyó que, con las adiciones de 5%, 10% y 15% de PET y sustituciones de 10 gr, 20 gr, 30 gr y 40gr de madera carbonizada por el 6%, 12%, 18% y 24%, mejoró significativamente las propiedades en la mezcla asfáltica.

Movilla & Raposeiras [23], en su investigación su objetivo fue determinar el resultado del (PET) en las propiedades mecánicas del asfalto caliente. La metodología consistió realizar un diseño de mezclas asfálticas con fibras PET de tamaños entre 0,63 mm y 10 mm a un 5%, 10%, 15%, 20% y 25% respecto al volumen, para evaluar su resistencia. Tuvo como resultados que con el 14 % de PET, por peso de un aglutinante en seco, dando como resultado una mezcla con mayor estabilidad, fluidez dentro de los parámetros normativos y menor rigidez, concluyó que la adición de elementos plásticos como el PET, tienden a mejorar óptimamente las propiedades de una mezcla asfáltica.

Al-Hadidy [24], en su investigación tuvo como objetivo investigar de qué manera las mezclas asfálticas modificadas con HDPE mejoran su durabilidad. La metodología consistió en evaluar el envejecimiento de una mezcla asfáltica a una temperatura de 100°C y en dos niveles de envejecimiento entre 48 y 96 h con y sin 5% de HDPE, mediante la caracterización Marshall. Los resultados arrojaron que las mezclas asfálticas con HDPE muestran aumentos en la resistencia a la tracción indirecta, una relación de resistencia a la tracción y un módulo de resiliencia más altos. Concluyo que las fibras HDPE tienden a mejorar las propiedades de una mezcla asfáltica.

Contreras & Zúñiga [25], en su tesis tuvo como objetivo verificar el impacto de los desperdicios plásticos adicionando a la mezcla asfáltica. La metodología consistió en el uso de diversos tipos, porcentajes y tamaños de plásticos añadidos a la mezcla luego realizar comparativos en sus propiedades mecánicas como la estabilidad, contenido de vacíos y fluidez. Los resultados obtenidos de los ensayos tenemos que 4600 lb. en estabilidad, 3 % en relación de vacíos y 9 (0.01") en flujo, se presentó un porcentaje óptimo de plástico del 1% y para mezcla asfáltica 6%. Concluyó que el uso de plásticos modifica las propiedades de las mezclas asfálticas, reforzándolas.

Agreda [26], en su tesis tuvo como objetivo usar plástico para evaluar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica. La metodología consistió en realizar una mezcla asfáltica, con diferentes adiciones de PET, para luego realizar diversos ensayos el método Marshall. Tuvo como resultados que fue con el 0.25% de PET que la estabilidad aumento en 20.5%, y su porcentaje de vacíos en 40%. Concluyo que es factible el uso de las fibras PET, ya que presenta óptimos resultados en los ensayos Marshall.

Carbajal [27], en su tesis tuvo como objetivo mejorar pavimentos flexibles incorporando fibras plásticas en una vía. La metodología consistió en realizar mezclas asfálticas modificadas con polietileno y polipropileno en diferentes porcentajes de 1%, 2% y 3% en reemplazo del agregado fino, para hallar sus propiedades. Entre los resultados se tuvo que



fue con el porcentaje de polietileno y polipropileno que se mejora la estabilidad y rigidez de la muestra control. Concluyo que estos plásticos generan nuevos resultados a las características de las mezclas asfálticas con el 1% de reemplazo, superando entre los parámetros establecidos.

Cárdenas [28], en su tesis tuvo como objetivo analizar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en frío adicionando fibras de polietileno de plástico. Su metodología fue de diseño experimental, adicionando FPP en porcentajes de 1.5%, 2% y 3%. Se obtuvieron una resistencia a la compresión con la briqueta patrón 388.63 kg/cm<sup>2</sup>, y con el 3% se obtuvo 405.26 kg/cm<sup>2</sup>; mientras para el ensayo a flexión la briqueta patrón obtuvo 5.40 MPa, y con el 3% de fibra se obtuvo 5.78 MPa. Se concluyó que el porcentaje óptimo es el 3% de adición de fibra ya que aumenta la resistencia a la compresión, pero hay un pequeño declive en la resistencia a la flexión.

Corbacho [29], en su tesis presentó como objetivo investigar la estabilidad y deformación de mezclas asfálticas con fibras de tereftalato de polietileno mediante ensayos con ruedas de carga. Su metodología consistió en realizar varias pruebas de laboratorio de estabilidad y deformación en campo sobre asfalto, utilizando cargas de ruedas y luego determinar las diferencias. Entre los resultados se obtuvo que, en comparación con la mezcla asfáltica tradicional, la estabilidad de la mezcla asfáltica con fibra de PET disminuyó un 9,6%, pero la fluidez aumentó un 6,52%. Concluyendo que las fibras PET son elementos adecuados para mejorar asfaltos en caliente.

Eulogio & Liñan [30], en su tesis tuvo como objetivo establecer la influencia en las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de HDPE. La metodología presentada fue de diseño experimental, ya que se utilizaron porcentajes de 3%, 3.5% y 4% de adición de HDPE. Entre los resultados se obtuvieron que con 3% fue la dosificación óptima con estabilidad de 13.1 kn, flujo (0.01") de 14.1 mm, estabilidad/flujo de

3458.7 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que el porcentaje óptimo fue el 3% de adición, ya que se mejoró su resistencias físicas y mecánicas.

Ayala [31], en su tesis tuvo como objetivo evaluar cómo afecta el caucho pulverizado a las mezclas asfálticas. La metodología aplicada en la preparación de mezclas asfálticas en caliente a las que se les agrega caucho granulado en proporciones de 1.5%, 3.0%, 5.0% y 10.0% de la masa de agregado fino, para luego realizar la prueba de Marshall. En los resultados la mezcla asfáltica en caliente con el 1.5% de caucho se obtuvieron mejores resultados en los parámetros Marshall. Concluyendo que los diseños que utilizan caucho granulado tienden a superar a los diseños de mezcla asfáltica.

A nivel local, en la ciudad de Chiclayo [14], en su tesis tuvo como objetivo utilizar los residuos sólidos reciclados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en la mezcla asfáltica en caliente. La metodología aplicada fue de diseño experimental, ya que se consideraron porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% respecto al peso total de la mezcla asfáltica. Entre los resultados obtenidos se tuvo que para la estabilidad/fluidez después de la adición de PET, el rango de flujo ligero fue de 1743 kg/cm<sup>2</sup>, el flujo medio fue de 1703 kg/cm<sup>2</sup> y el flujo pesado fue de 1713 kg/cm<sup>2</sup> dentro de parámetros aceptables. Llegando a concluir que la adición de PET al 4% influye en su totalidad.

Tejada [32], en su tesis tuvo como objetivo elaborar mezcla asfáltica en caliente utilizando materiales reciclados (Polietileno) con caucho reciclado. Su metodología fue de diseño experimental, adicionando porcentajes de polietileno y caucho reciclado al 1%, 1.5%, 2%, 2.5% respectivamente. Entre los resultados que se obtuvieron la estabilidad fue de 9.14 KN, para la mezcla tradicional, y con las adiciones de 1.0%, 1.5% y 2.0% se tuvo 9.48 KN, 10.193 Kn. Y 11.087 KN, para el flujo tenemos un 9.8 mm para una mezcla tradicional y para las adiciones de 1.0%, 1.5% y 2.0% de tuvo 9.627 mm, 10.247 mm y 11.06 mm. Se concluyó que la cantidad optima de fibras fue con el 2%.

Alvines [33], en su tesis tuvo como objetivo determinar el comportamiento físico y mecánico de una mezcla asfáltica en caliente incorporando botellas de plástico para tránsito pesado. La metodología fue experimental y enfoque cuantitativo, ya que se adicionó PET triturado 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2% y 2.5%. Entre los resultados se obtuvo que densidad 2,34 gr/cm<sup>3</sup>, relación de vacíos 4%, VMA 15,2%, V.L.L.C.A. 73,5%, relación polvo/asfalto 0,78, flujo 13,21 (3,30 mm), estabilidad 18,27 kN, estabilidad/caudal la relación es 3777, kg/cm. Se concluyó que el porcentaje óptimo de adición es el 2.0%, ya que existió una mejora en las propiedades de la mezcla asfáltica.

El propósito de esta investigación es hacer un gran aporte al campo de la construcción incorporando Fibra de PET y HDPE en la elaboración de mezcla asfáltica, así poder mejorar sus propiedades físicas y mecánicas para un tránsito mediano Se justifica por lo teóricamente porque brindara nuevos conocimientos que podrán ser de ayuda para diversas investigaciones sobre diseños asfálticos modificados, de los cuales se podrán contrastar resultados y así confrontar teorías y llegar a un resultado veraz. Esta tesis busca un aporte científico logrando resultados favorables para que pueda ser usado en las áreas requeridas. En el ámbito social se justifica en el mejoramiento de las carreteras para tener un tránsito eficiente y sin obstrucciones para la población, también se intenta estimar el coste de producción de la mezcla asfáltica en caliente incorporando las fibras de PET y HDPE, así tener un equivalente si es conveniente poder trabajar con este material. Finalmente, debido al uso excesivo y contaminación que ocurre en el Perú con las botellas de plástico, que tiene un impacto en el medio ambiente, intentamos ofrecer soluciones alternativas de la reutilización para evitar la contaminación complementándolas en el área de la construcción.

Como formulación ¿Cómo influyen las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica?; Mientras tanto como hipótesis tenemos que; la influencia de las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica, tendrá mejoras significativas.

De tal manera se tienen como objetivo general, OG: Determinar la influencia de las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica. Así mismo, como objetivos específicos, OE1: Evaluar las características físicas de los agregados para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente; OE2: Determinar la participación óptima del cemento asfáltico al 5.00%, 5.50% y 6.00% y 6.50%; OE3: Evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibras PET al 2.00%, 3.5%, 5.00% y 6.50%. OE4: Evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la participación del porcentaje óptimo del PET incorporando fibras HDPE al 1.50%, 2.5%, 3.50% Y 4.50% OE5: Establecer el contenido óptimo de la fibra de PET y HDPE mediante un análisis estadístico para la mezcla asfáltica.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Mezcla Asfáltica**

Las mezclas asfálticas son una combinación de aglutinantes de hidrocarburos y agregados pétreos en proporciones predeterminadas; estas condiciones determinan el rendimiento y las propiedades de la mezcla; Consta de 90% piedra y árido fino y 10% aglutinante asfáltico. [34]

### **Tipos de mezclas asfálticas**

#### **Mezcla asfáltica en caliente**

Consiste en agregados bien clasificados y cemento asfáltico calentados a altas temperaturas de alrededor de 150°C y mezclados en cantidades medidas en una máquina mezcladora en caliente. Después de que las partículas estén recubiertas uniformemente, la mezcla se transportará al sitio de construcción y se colocará sobre una base preparada. [35]

#### **Mezcla asfáltica en frío**

La temperatura media de la mezcla fría es de 40°C. Esto es fácil de imaginar porque se utilizan pocos aglomerantes y la emulsión se rompe durante la compactación o el mezclado, lo que facilita su trabajabilidad. [36]

## **Componentes**

### **Cemento asfáltico**

Se consigue de la destilación del crudo de petróleo por diversas técnicas para su refinación, En estado de temperatura ambiente se puede observar que es de color negro, semisólido, pegajoso y con un alto grado de viscosidad. Por las características climáticas por región, se deberá de emplear una carta de viscosidad para conocer el tipo de cemento asfáltico que se empleará. [37]

### **Agregado Grueso**

Se les denomina a los materiales pétreos durables y triturados que son retenidos en la malla N°4, deberán de estar aptos para las condiciones más adversas en las que se pueden emplear, además de estar libre de alteraciones físico-químico. Estos materiales deben de ser capaces de resistir las consecuencias de manipuleo, extendido y compactación sin contaminantes. [38]

### **Agregado Fino**

Materiales que pasan por la malla N° 4, se denominan arena, y su origen puede ser natural u obtenido artificialmente en el proceso de trituración, los ensayos tienen que ser tamizados y pesados para la granulometría. [39]

## **Tipos de gradación de la mezcla asfáltica**

### **Mezclas asfálticas con gradación densa**

Los materiales que constituyen este tipo de mezcla son el ligante de cemento asfáltico y agregados de graduación continua, para la mezcla común HMA los agregados deberán de tener un tamaño máximo nominal que puede variar entre 12.5 mm a 19 mm. [40]

### **Mezcla asfáltica con gradación abierta**

La mezcla estará compuesta por un ligante de cemento asfáltico normal o un ligante modificado y materiales áridos homogéneos, la finalidad de este tipo de mezcla es actuar como capa de drenaje sobre y dentro del pavimento. [41]

## **Mezcla asfáltica de gradación SMA**

Existen dos tipos de gradación, el primero tipo es el convencional que utiliza agregados de un tamaño nominal entre gruesos a finos y con una reducida presencia de agregados de tamaño intermedio, para el segundo tipo denominado Stone mastic asphalt, la cual utiliza cantidades importantes de filler que varía entre un 8% al 10%. Este tipo de mezclas tienen como fin el proporcionar capas impermeables en el pavimento cuando su compactación haya sido adecuada. [42]

## **Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente**

### **Estabilidad**

Es la capacidad de la mezcla asfáltica para soportar los desplazamientos y deformaciones ocasionadas por las cargas constantes provocadas por el tráfico. Esta propiedad es causada por la fricción interna entre el agregado y la mezcla, que es la textura y densidad de la superficie de la mezcla, la gradación del agregado, la forma de las partículas, la cantidad y tipo de asfalto. [43]

### **Durabilidad**

Está relacionada estrechamente con el contenido de vacíos, pues dado que a un menor contenido de vacíos la mezcla será más impermeable, por ende, no se formarán pasajes donde el agua y el aire puede ocasionar deterioro más rápidamente. No obstante, si la mezcla asfáltica es demasiado impermeable se producirá un fenómeno el cual es llamado exudación la cual es una condición en que la excesiva cantidad de asfalto será exprimida hacia la superficie. [44]

### **Flexibilidad**

Es la capacidad del pavimento para adaptarse al movimiento continuo y al asentamiento de la base y la subrasante causados por el tráfico lo que evita que el pavimento se agriete fácilmente. Esta característica está relacionada con el contenido de betún en la mezcla, a mayor contenido mayor flexibilidad. [45]

### **Resistencia a la fatiga**

La resistencia a la fatiga o resistencia a la flexión está relacionada con la calidad del asfalto, ya que el asfalto no es particularmente resistente a la oxidación. [46]

### **Resistencia al deslizamiento**

Es la capacidad de la capa de asfalto para reducir el deslizamiento de las ruedas y crear un efecto de planeo en condiciones húmedas. Esta característica está relacionada con el contenido de áridos y asfalto en la mezcla, ya que con áridos gruesos y un contenido óptimo de asfalto se puede conseguir una suficiente resistencia al deslizamiento. [47]

### **Impermeabilidad**

Es la capacidad que tiene la mezcla asfáltica compactada para evitar el paso del agua y aire, la cual, está vinculada con el porcentaje de vacíos que existe dentro de ella. Existen mezclas porosas que tienen como finalidad permitir el sencillo tránsito del agua de lluvia para obtener un drenaje adecuado [48]

### **Trabajabilidad**

Esto indica con qué facilidad se puede colocar y compactar la mezcla; altos niveles de partículas o agregados gruesos pueden inutilizar la mezcla. Al mismo tiempo, también se debe controlar la temperatura de compactación de la mezcla porque las mezclas en frío son de semisólidas a sólidas y tienen un alto contenido de huecos. [49]

### **Flujo**

Es el valor que se obtiene cuando la capa asfáltica se somete a la carga máxima y provoca su deformación, debido a que el flujo es la deformación vertical de toda la capa asfáltica. Una mezcla se considera inestable si el caudal debido a la presión del tráfico de vehículos es superior a 0,16 pulgadas. [50]

### **Índice de Rigidez**

Es un módulo necesario para el diseño adecuado de mezclas asfálticas, que determina la deformación del material bajo cargas aplicadas y describe la carga de tracción y las propiedades del agregado de la mezcla asfáltica. [51]

### **Ensayo Marshall**

El ensayo Marshall es un método para mezclas asfálticas con tramos de asfalto duro y rocoso con un tamaño máximo de 2,54 cm. Obtenga la cantidad adecuada de asfalto y garantice la estabilidad y la capacidad de servicio sin desplazamientos, y obtenga suficiente granularidad mediante la compactación para crear un pavimento duradero. [52]

### **Fibras PET y HDPE**

Las botellas de plástico están hechas de tereftalato de polietileno (PET), un plástico resistente y flexible, mientras que otras están hechas de polietileno de alta densidad (HDPE), que se fabrica a partir de múltiples unidades de etileno, se forma un polímero termoplástico. Para convertirlas en fibras plásticas, deben pasar por un proceso de corte dependiendo del largo y espesor requerido. [53]

### **Composición química PET**

Termoplástico: se deforma al calentarse y recupera su forma al enfriarse. Se le puede moldear repetidamente sin que pierda sus propiedades, por lo que se puede reutilizar. La temperatura máxima que puede soportar es de 150°C. El plástico se modifica químicamente, lo que se denomina curado, lo que significa que el material sólo se puede moldear una vez. Esta propiedad significa que una vez que se ha formado bajo calor y presión, no se puede remodelar. [54]



**TABLA I**  
**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL POLITEREFTARATO DE ETILENO (PET)**

<b>Propiedades</b>	<b>Item</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>	
<b>Propiedades Físicas</b>	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,39	
	Color	Natural	BL/Ne	
	Sumergido en agua a 23°C	mg	6-13	
	Hasta la saturación en aire a 23°C / 50% HR	%	0,25	
	Temperatura de fusión	°C	255	
<b>Propiedades térmicas</b>	Conductividad térmica	W/(k-m)	0.29	
	Temperatura por deformación por carga	°C	75	
	Índice de Oxígeno	%	25	
	Esfuerzo de tensión	MPa	90	
<b>Propiedades mecánicas</b>	Ensayo de compresión / 1/2/5% de deformación	MPa	26/51/103	
	Fluencia a tracción	MPa	26	
	Resistencia al impacto Charpy-sin entalla	KJ/m <sup>2</sup>	(≥) 50	
	Resistencia al impacto Charpy-con entalla	KJ/m <sup>2</sup>	2	
	Resistencia al impacto Izod-con entalla	KJ/m <sup>2</sup>	2	
	<b>Propiedades eléctricas a 23 °C</b>	Resistencia dieléctrica	KV/mm	22
		Resistividad volumétrica	Ω-cm	>10 <sup>15</sup>
<b>Propiedades ópticas</b>	Transmisión de luz	%	89	
	Índice de refracción:	-	1.576	

**TABLA II**  
**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)**

<b>Propiedades</b>	<b>Item</b>	<b>Unidades / Valor</b>	<b>Valores</b>	
<b>Propiedades Físicas</b>	Gravedad específica	g/cm <sup>3</sup>	0.96	
	Absorción de Agua	%	<=0.010	
<b>Propiedades Mecánicas (23°)</b>	Dureza	Shore D	70	
	Esfuerzo	MPa	31.70	
	Esfuerzo de tracción (65°C)	MPa	2.76	
	Módulo de tracción	GPa	1.38	
	Alargamiento de rotura	%	400	
	Esfuerzo de flexión	MPa	31.7	
	Módulo de flexión	GPa	1.20	
	Esfuerzo Compresión	MPa	31.7	
	Módulo Compresión	GPa	0.689	
	Ensayo de impacto Izod con entalle	J/cm	0.694	
	Coeficiente de fricción dinámica	-	0.2	
	Maquinabilidad	-	3	
	<b>Propiedades Térmicas</b>	Coeficiente de expansión	µm/m°C	110
		Fusión	°C	127
Maxima temperatura de servicio		°C	82	
Deflexión a 1.8 MPa		°C	80	
Inflamabilidad		°C	HB	
<b>Propiedades de Resistencia Química</b>	Ácidos fuertes	Aceptable	-	
	Ácidos débiles	Aceptable	-	
	Alcohol	Alcohol	-	
	Alcalinos fuertes	Alcohol	-	
	Soluciones salinas inorgánicas	Aceptable	-	

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo de Aplicada- Tecnológica con enfoque cuantitativo, el propósito de la investigación aplicada es investigar problemas y proporcionar nuevos hechos que puedan usarse como teoría y abordar las necesidades sociales. La investigación técnica resuelve problemas del mundo real porque informa el diseño de nuevos productos. Los métodos cuantitativos son un conjunto de procesos que deben seguirse en una secuencia estricta, desarrollando pruebas para medir las variables de investigación y luego utilizando métodos estadísticos para analizar y sacar una serie de conclusiones. [55]

### Diseño de investigación

Este estudio utiliza un diseño cuasiexperimental ya que se manipularán variables independientes como las fibras de PET y HDPE para evaluar los efectos sobre las variables dependientes, estabilidad y fluidez de la mezcla asfáltica.

$$A \rightarrow Y$$

$$A_1 \rightarrow X_1 \rightarrow Y_1 \rightarrow B \rightarrow F_1$$

$$A_2 \rightarrow X_2 \rightarrow Y_2 \rightarrow B \rightarrow F_2$$

$$A_3 \rightarrow X_3 \rightarrow Y_3 \rightarrow B \rightarrow F_3$$

$$A_4 \rightarrow X_4 \rightarrow Y_4 \rightarrow B \rightarrow F_4$$

A= Muestra Patrón

X= Porcentaje de PET

Y<sub>1,2,3,4</sub>= Desempeño de muestra patrón con fibra PET

B= Tratamiento óptimo de HDPE

F<sub>1,2,3,4</sub>= Desempeño de muestra patrón con HDPE

### Variables, Operacionalización

**Variable independiente.** En la siguiente tesis se llevará a cabo como variable independiente las fibras PET y HDPE.

**Variable dependiente.** En la siguiente tesis se llevará a cabo como variable dependiente la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica.

**TABLA III**  
**VARIABLES DE OPERACIONALIZACION**

Descripción	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Sub Indicador	Índice	Técnica o Recolección de Datos	
<b>DEPENDIENTE</b>	Mezcla Asfáltica en Caliente	Consiste en agregados bien clasificados y cemento asfáltico calentados a altas temperaturas de alrededor de 150°C, mezclados en cantidades medidas en una máquina mezcladora en caliente.	Estructura	Asfalto	Cemento Asfáltico	%	Análisis Documental	
				Agregados	Agregado Fino	%	ASTM D422	
					Agregado Grueso	%	ASTM D422	
					Filler	%	Análisis Documental	
					% Vacíos	-	%	Recolección de Datos
					Peso Específico Bulk	-	gr/cm3	Recolección de Datos
					V.M.A	-	%	Recolección de Datos
					% V. LL.C.A.	-	%	Recolección de Datos
					Relación Polvo/ Asfalto	-	%	Recolección de Datos
					Flujo	-	mm	Recolección de Datos
		Estabilidad	-	kN	Recolección de Datos			
		Estabilidad/Flujo	-	Kg/cm	Recolección de Datos			
<b>INDEPENDIENTE</b>	PET	Las botellas de plástico están hechas de PET, un plástico resistente y flexible	Proporción de Adición de PET	2%	-	%	Recolección de Datos	
				3.5%	-	%	Recolección de Datos	
				5%	-	%	Recolección de Datos	
				6.5%	-	%	Recolección de Datos	
	HDPE	Se fabrica a partir de múltiples unidades de etileno, se forma un polímero termoplástico.	Proporción de Adición de HDPE	1.5%	-	%	Recolección de Datos	
				2.5%	-	%	Recolección de Datos	
				3.5%	-	%	Recolección de Datos	
				4.5%	-	%	Recolección de Datos	

Nota: La tabla presenta la operacionalización para cada variable en estudio.

### **Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

**Población.** La población de estudio incluirá todos los bloques de mezcla asfáltica convencionales y modificados de 64 mm de altura y 102 mm de diámetro utilizando fibras de PET y HDPE.

**Muestra.** La muestra de prueba estará formada por 180 briquetas de asfalto convencional y modificado mezclado con diferentes proporciones de fibras de PET y HDPE. Para la determinación de la muestra óptima en la mezcla asfáltica se realizó un total de 20 briquetas, las cuales estuvieron dadas en los porcentajes 5%, 5.5%, 6.0% y 6.5%

**TABLA IV**  
**DETERMINACION DE MUESTRA PATRON**

Briquetas	Participación	Bitumen PEN 60-70				Total	Global
		5.00%	5.50%	6.0%	6.50%		
CONTROL	0.00%	5	5	5	5	20	20

Nota: Se observa la cantidad de especímenes para la muestra patrón

Para la determinación de la muestra con fibra PET incorporando en la mezcla asfáltica se realizó un total de 80 briquetas, las cuales estuvieron dadas en los porcentajes 2%, 3.5%, 5% y 6.5%, con la combinación de cada porcentaje del cemento asfáltico.

**TABLA V**  
**DETERMINACIÓN DE MUESTRA INCORPORANDO PET**

FIBRAS	PARTICIPACIÓN	Bitumen PEN 60-70				TOTAL	GLOBAL
		5.00%	5.50%	6.0%	6.50%		
PET	2,00%	5	5	5	5	20	80
	3,50%	5	5	5	5	20	
	5,00%	5	5	5	5	20	
	6,50%	5	5	5	5	20	

Nota: Se observa la cantidad de especímenes para la muestra patrón + PET

Para la determinación de la muestra con fibras PET y HDPE incorporando en la mezcla asfáltica se realizó un total de 80 briquetas, las cuales estuvieron dadas en los porcentajes PET (3.5%), como óptimo y HDPE (1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5%).

**TABLA VI**  
**DETERMINACIÓN DE LAS COMBINACIONES DE FIBRAS**

FIBRAS	PARTICIPACIÓN	Bitumen PEN 60-70				TOTAL	GLOBAL
		5.00%	5.50%	6.0%	6.50%		
	3.5% PET + 1.5 %						
	HDPE	5	5	5	5	20	
	3.5% PET + 2.5%						
PET +	HDPE	5	5	5	5	20	80
HDPE	3.5% PET + 3.5 %						
	HDPE	5	5	5	5	20	
	3.5% PET + 4.5 %						
	HDPE	5	5	5	5	20	

Nota: Se observa la cantidad de especímenes para la muestra patrón + PET + HDPE

### **Técnicas e instrumentos de recolección, validez y confiabilidad**

#### **Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Como técnica se tendrá a la observación directa, que servirá para poder tomar e identificar los diferentes ensayos de laboratorio, en los instrumentos de recolección de datos como son la ficha de estabilidad y la ficha de flujo. [55]

#### **Validez**

La validez de las fichas de recolección de datos se realizará la validez de contenido o juicio de expertos, donde profesionales de la rama deducirán la posesión de algunos rasgos del contenido de las fichas. [55]

#### **Confiabilidad**

Para la confiabilidad en los resultados se seguirán procedimientos destacados en el manual de ensayos del MTC, asimismo para la realización de cada ensayo se realizarán en equipos calibrados.

## **Procedimientos de análisis de datos**

### **Diagrama de proceso de flujos**

Se dio a conocer el diagrama de flujo, dónde se aplicó todos los pasos en laboratorio para la obtención de datos y proseguir con los resultados. Para el análisis de datos se aplicará un análisis de varianza (prueba F) con fin de detectar la existencia y en caso de existir diferencias significativas se realizará una prueba de comparaciones múltiples, específicamente, la prueba tukey procesados mediante el software SPSS.

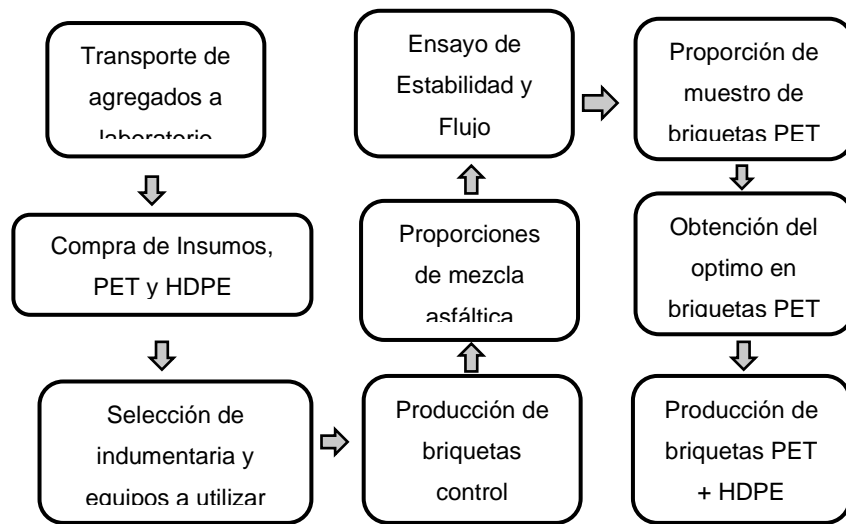
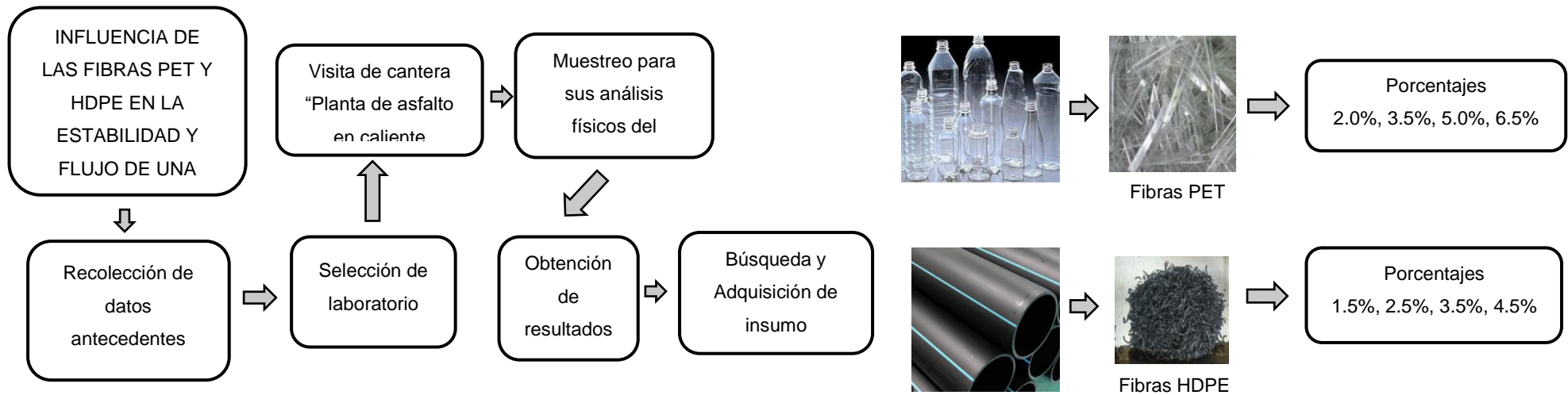


Fig. 1. Diagrama de Flujo



## **Criterios éticos**

La actividad se basa en los principios generales establecidos por el Código de Ética en Investigación de la USS S.A.C. en el Art. 2 y Art. 4 [56]

Podemos definir tres aspectos principales para la ética de la investigación:

Principio de respeto por las personas: Comprende la empatía.

Beneficio: Representa el esfuerzo por el bien común.

Justicia: Comprende la igualdad y respeto.

## **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Resultados**

**Según el O.E 01** Evaluar las características físicas de los agregados para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.

#### **Agregado fino**

Respecto al agregado fino, se muestra composición granulométrica del agregado fino en la Fig. 02, con la finalidad de comprobar si este material cumple con los requisitos exigidos por la normativa del [57], en tanto se deduce que según el requerimiento normativo el agregado fino cumple con lo recomendado por la normativa peruana. [57]

#### **Agregado Grueso**

Respecto al agregado grueso, y al igual que el agregado fino, se tuvo como parte de los resultados en cuanto a la calidad de este agregado, según se muestra en la Tabla II, comprobando y verificando de esta manera las exigencias solicitadas por el MTC [57] . La gradación para la mezcla convencional sin adición de PET se ajustó a los diámetros correspondientes de cada malla y al tipo de mezcla asfáltica MAC-2 de acuerdo a los requerimientos de la norma del MTC [57], ordenados previamente para cada tipo de agregado, obteniéndose una distribución de gradación de los materiales.

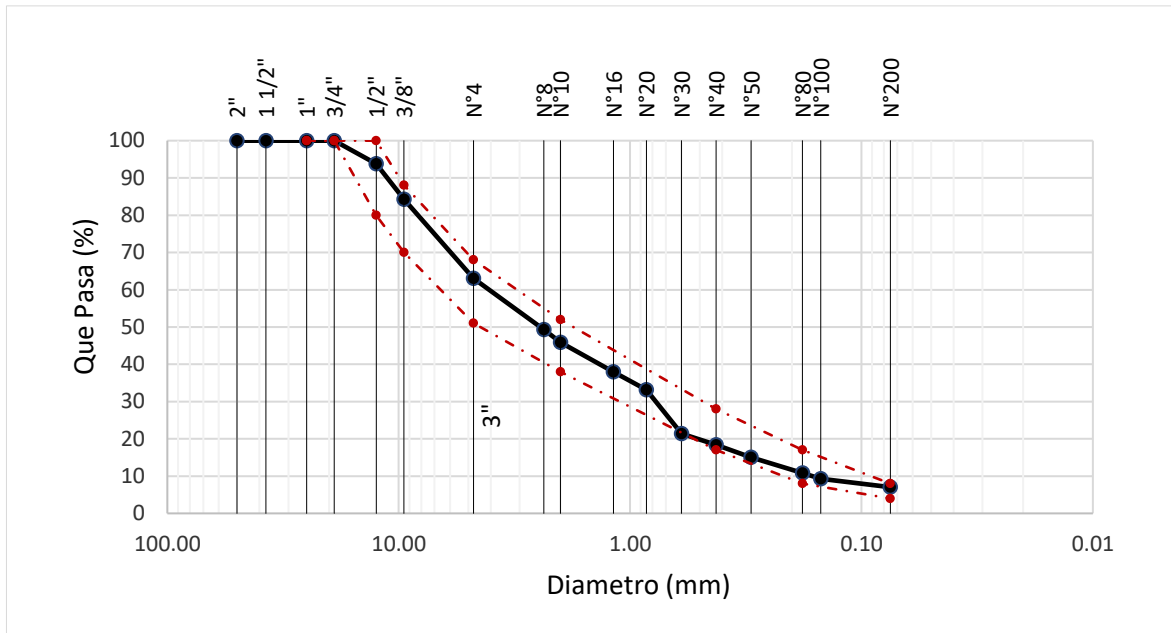


Fig. 2 Combinado teórico de los agregados

**TABLA VII**  
**ENSAYOS APLICADO AL AGREGADO FINO Y GRUESO**

Ensayo	Norma	Agregado F.	Agregado G.	Requerimiento
Equivalente de arena	[58]	59.67%	-	63% min.
Angularidad del agregado fino	[59]	41.66%	-	30% min.
Indice de plasticidad (malla N° 40)	[60]	2.1%	-	-
Sales solubles	[61]	0.40	0.36	0.5% máx
Absorción	[62]	1.60%	1.33%	0.5% máx
Abrasión	[63]	-	15.60	
P.U.S.S	[64]	1574 kg/m <sup>3</sup>	1766kg/m <sup>3</sup>	-
P.U.C.S	[64]	1555 kg/m <sup>3</sup>	1685 kg/m <sup>3</sup>	-
<b>Caras fracturadas</b>	[65]	-	86.97/71.4	85/50 min.
<b>Partículas chatas y alargadas</b>	[63]	8.34%		10% máx.

Nota: Se muestran los resultados de los ensayos realizados a los agregados

**Según el O.E 02** Determinar la participación óptima del cemento asfáltico al 5.00%, 5.50% y 6.00% y 6.50%.

Para el diseño de la mezcla patrón para un tránsito medio o clase B, estudiaron las características de los agregados y el asfalto para determinar su calidad y así cumplir lo requerimientos establecidos por el MTC [57]. Para estimar el porcentaje óptimo del C.A. se elaboraron 5 briquetas como población para cada porcentaje de asfalto propuesto, haciendo un total de 25 briquetas. Para ello es necesario contar con los instrumentos y EPP'S acordes a las tareas realizadas en laboratorio. Mediante el método Marshall se estimó el (% agregado grueso + %PEN 60/70 + % agregado fino). En la Tabla II,III,IV Y V se muestra la participación de los agregados en porcentaje, donde la sumatoria de los agregados que componen la briketa suman 1200 gr., dicho valor se encuentra normado por [57], Mientras que en la Fig. 3 muestras los pesos unitarios calculados a través del método Marshall, en la Fig. 4 se visualiza como el porcentaje de vacíos tienda a disminuir conforme se incrementa el porcentaje de cemento asfáltico aplicado al diseño de mezcla, en la Fig. 5 el flujo tiene un incremento ascendente conforme los porcentajes de C.A. van en aumento, demostrando que tienes más resistencia al fallo, para la Fig. 6 establece la relación Estabilidad/Flujo donde obtienes un valor de 3282.8 la cual se obtiene de la carga admitida por cada briketa sobre el flujo.

**TABLA VIII**  
**DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 5.00% C.A**

<b>Bitumen PEN 60/70</b>				
<b>Insumo</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Total</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Acumulativo</b>
<b>Piedra</b>	%	28.50	342.00	342.00
<b>Arena</b>	%	46.55	558.60	900.60
<b>Confitillo</b>	%	19.00	228.00	1128.60
<b>Asfalto</b>	%	5.00	60.00	1188.60
<b>Filler</b>	%	0.95	11.40	1200.00

Nota: se muestra la dosificación para la mezcla asfáltica con 5.00%

**TABLA IX****DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 5.50% C.A.**

<b>Bitumen PEN 60/70</b>				
<b>Insumo</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Total</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Acumulativo</b>
<b>Piedra</b>	%	28.35	340.20	340.20
<b>Arena</b>	%	46.31	555.66	895.86
<b>Confitillo</b>	%	18.90	226.80	1122.66
<b>Asfalto</b>	%	5.50	66.00	1188.66
<b>Filler</b>	%	0.95	11.34	1200.00

Nota: se muestra la dosificación para la mezcla asfáltica con 5.50%

**TABLA X****DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 6.00% C.A.**

<b>Bitumen PEN 60/70</b>				
<b>Insumo</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Total</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Acumulativo</b>
<b>Piedra</b>	%	28.20	338.40	338.40
<b>Arena</b>	%	46.06	552.72	891.12
<b>Confitillo</b>	%	18.80	225.60	1116.72
<b>Asfalto</b>	%	6.00	72.00	1188.72
<b>FILLER</b>	%	0.94	11.28	1200.00

Nota: se muestra la dosificación para la mezcla asfáltica con 6.00%

**TABLA XI****DOSIFICACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE CON 6.50% C.A**

<b>Bitumen PEN 60/70</b>				
<b>Insumo</b>	<b>unidad</b>	<b>Total</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Acumulativo</b>
<b>Piedra</b>	%	28.05	336.60	336.60
<b>Arena</b>	%	45.82	549.78	886.38
<b>Confitillo</b>	%	18.70	224.40	1110.78
<b>Asfalto</b>	%	6.50	78.00	1188.78
<b>FILLER</b>	%	0.94	11.22	1200.00

Nota: se muestra la dosificación para la mezcla asfáltica con 6.50%

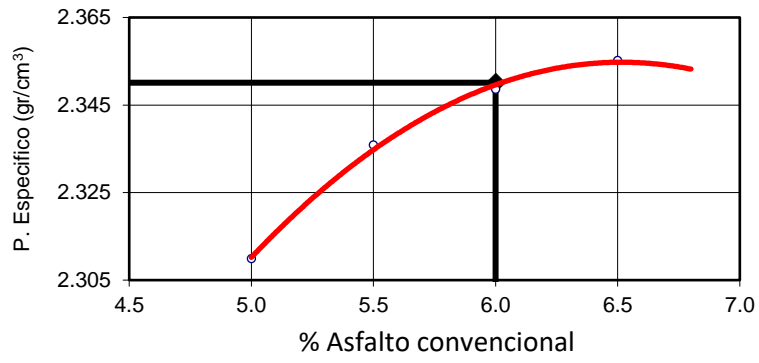


Fig. 3 Peso Especifico de la mezcla asfáltico patrón

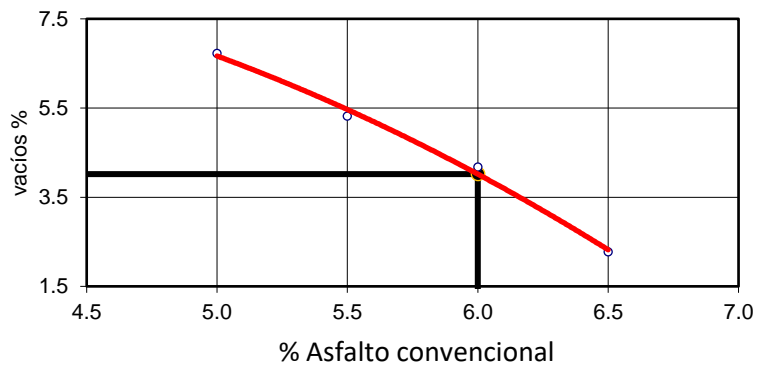


Fig. 4 Vacios de la mezcla asfáltico patrón

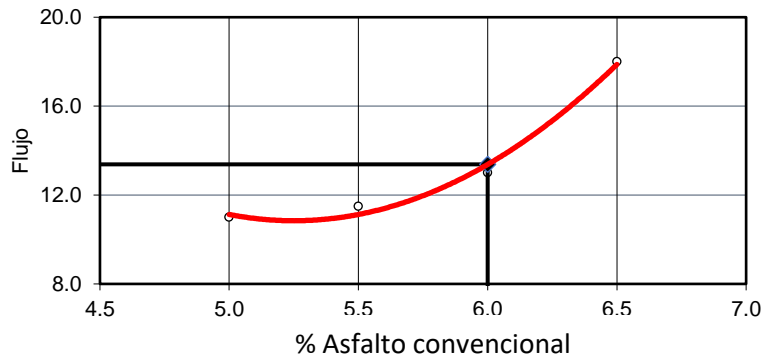


Fig. 5 Flujo de la mezcla asfáltico patrón

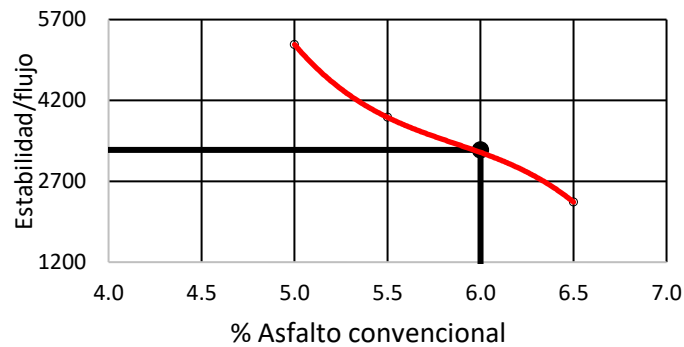


Fig. 6 Estabilidad/Flujo de la mezcla asfáltico patrón

**Según el O.E 03** Evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibras PET al 2.00%, 3.5%, 5.00% y 6.50%. La evaluación de las propiedades físicas y mecánicas se estudiaron con la aplicación de la metodología Marshall, tanto para la mezcla asfáltica sin adición, como para las mezclas con las diferentes adiciones de fibras PET, se muestran como parte de los resultados en la Tabla VI para el tránsito mediano (clase B). Para el contenido de vacíos.

**TABLA XII**  
**RESULTADOS VOLUMÉTRICOS EN TRÁNSITO MEDIANO**

TRANSITO MEDIANO CLASE (B)					
ENSAYO/ PARTICIPACIÓN	Unidad	2.0%	3.5%	5.0%	6.5%
N° de golpes		50			
C.A	%	6.0	6	6	6
Peso Específico	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.348	2.342	2.36	2.368
Vacios	%	4.0	4.5	3.8	3.8
% Vacíos en el agregado mineral (V.M.A)	%	19.4	18.4	18.1	20.3
% Vacíos llenos con asfalto (V.LL.C.A)	%	79.4	76.2	79	82
Relación Polvo/ Asfalto		1.0	0.93	1	1
Flujo 0.01" (0.25mm)		13.4	13.4	14.9	13.5
Estabilidad (min)	Kn	15.5	17.1	16.1	16.6
Relación Estabilidad/ Flujo	(kg/cm)	3017.1	3282.8	2682.8	3152.8

Nota. Se muestran los resultados volumétricos para transito mediano

Según la MTC, indica que para el contenido de vacíos debe encontrarse en el rango del 3.0% al 5.0%, mientras que para el ensayo de estabilidad/flujo menciona un valor de 1700 – 4000 con una relación polvo asfalto de 0.6 – 1.3. demostrando que los valores mostrados en la Tabla VI se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente, En el caso de las demás mezclas asfálticas con la adición de PET, la que muestra mejor desempeño es la que contiene 3.5% PET, pues es la que presentó mayor nivel de flujo, estabilidad y relación estabilidad-flujo respecto a la mezcla patrón y a las demás mezclas con PET. Así mismo mezclas asfálticas con adiciones superiores al 3.5% de PET no son recomendables puesto que el flujo y la estabilidad decrecen considerablemente en comparación a la mezcla asfáltica patrón.

Según el O.E 04 Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la participación del porcentaje óptimo del PET incorporando fibras HDPE al 1.50%, 2.5%, 3.50% Y 4.50%.

Tránsito medio (clase B), tal y como se indica en Fig 7, se muestran las propiedades físicas obtenidas para las diferentes mezclas asfálticas para tránsito medio; en tanto se detallan las propiedades mecánicas de cada una de las mezclas elaboradas.

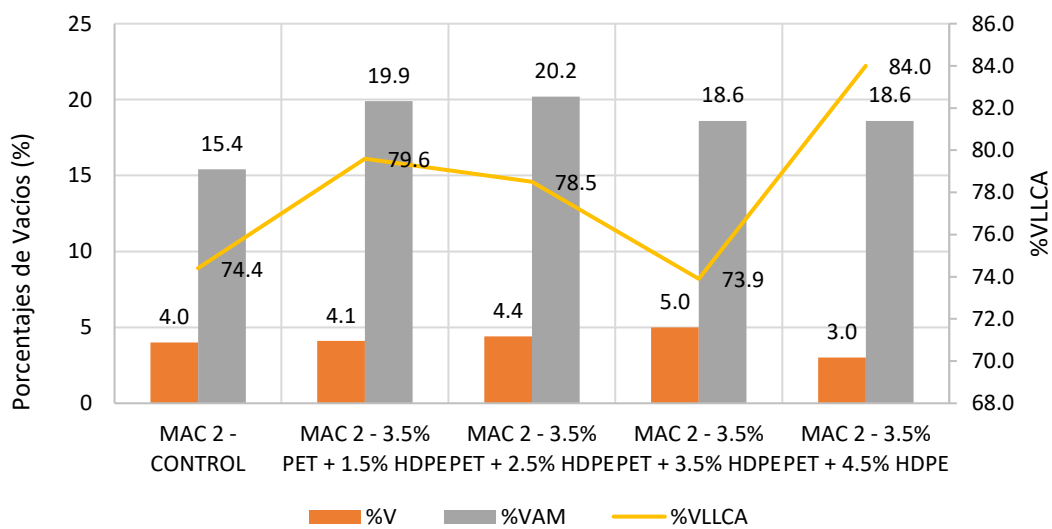


Fig. 7 Propiedades físicas de las mezclas asfálticas para tránsito medio

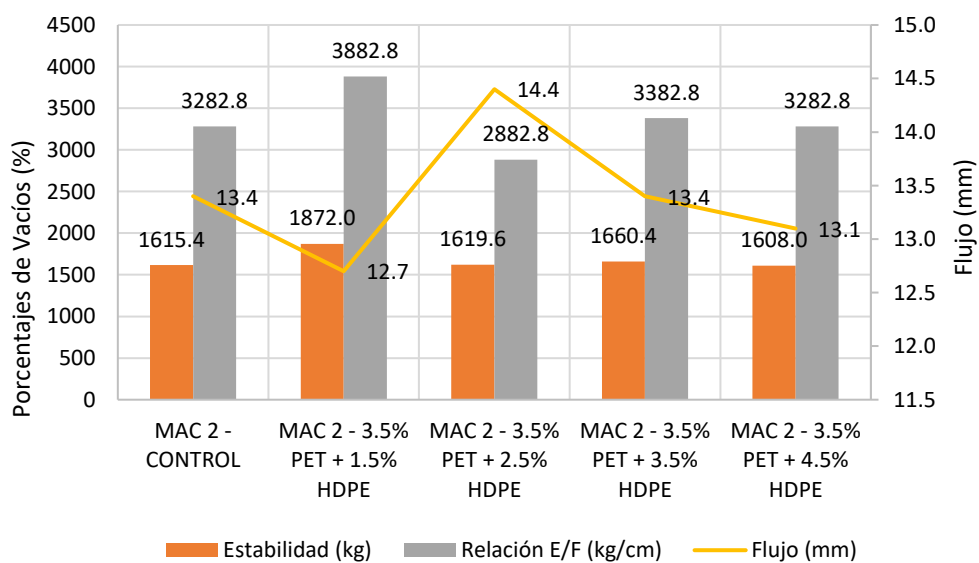


Fig. 8 Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas para tránsito medio



Por otro lado en lo que corresponde a las propiedades mecánicas, la mezcla MAC 2 3.5% PET + 1.5 HDPE mostró mejores rangos en comparación a las demás mezclas, sin embargo cabe destacar que todas las mezclas lograron cumplir con las especificaciones indicadas por la norma del [57]; por lo expuesto para este tipo de tránsito se recomienda emplear MAC 2 3.5% PET + 1.5% HDPE, pero las mezclas MAC 2 3.5% PET y MAC 2 2.0% PET también presentan rangos aceptables, siendo factible su uso para este nivel de tránsito.

**Según el O.E 05** Establecer el contenido óptimo de la fibra de PET y HDPE mediante un análisis estadístico para la mezcla asfáltica.

Como se observó, el diseño de mezcla con el mejor aporte en los resultados obtenidos en las propiedades físicas y mecánicas de la briqueta sin adición PET fue con la participación del 6.0%, el cual permitió tener como muestra base con las participaciones PET para ver su influencia en relación a participación del cemento asfáltico Pen 60/70, donde la participación del 3.5% de PET mostró mejores características en sus propiedades. Después de haber obtenido el óptimo PET, se vuelve a diseñar las mezclas MAC 2 donde el tratamiento con 1.5% HDPE mostró mejores fortalezas muy superiores al resto de tratamientos.

Con respecto al análisis estadístico, se realizaron en análisis de alfa de Cronbach y el ANOVA, para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos a través de instrumentos del laboratorio LEMS W&C, se obtuvo para el ensayo de Estabilidad/flujo un alfa de Cronbach de 0.869 y un ANOVA de 3500,7400, para el ensayo de flujo se alcanzó un alfa de Cronbach de 0.969 y un ANOVA de 13,6400, donde se demuestra que los datos obtenidos demuestran confiabilidad y se da validez para su correcta aplicación.

## **3.2 Discusiones**

### **Discusión del objetivo específico 1**

Los agregados que se usaron en la presente tesis fueron obtenidos de la planta de asfalto en caliente, las cuales a través de los controles de calidad y ensayos respectivos según los exigidos por Anik et al. [7], demostraron que cumplen con dichos requisitos normativos, tal y como lo desarrollado en la investigación de [31] que emplearon los agregados de la misma zona. En otro contexto, la fibra de PET y HDPE se adecuaron su composición mediante un análisis granulométrico por tamizado que pasará por la malla N° 40 y lo que corresponde a las fibras PET y HDPE sus dimensiones deben ser menores a 0.42 mm, así mismo sus dimensiones de fibras están respaldadas en el artículo [46] y [10], pues mediante la aplicación de este procedimiento les ayudó a la incorporación de los porcentajes de fibras en sus respectivos diseños de mezclas, tal como aconteció en la presente tesis; mientras que en la investigación [17] señala que al emplear agregados y materiales de las canteras conocidas como “La Victoria”, “Pacherrez” y “Las tres tomas”, no cumplen adecuadamente con las especificaciones técnicas y controles de calidad y teniendo las dimensiones presentadas fueron mayores, lo que no se logra obtener los parámetros necesarios para la elaboración de un buen diseño de mezcla.

### **Discusión del objetivo específico 2**

Con respecto a la mezcla asfáltica se obtuvo que el mejor porcentaje óptimo de adición de cemento asfáltico estuvo entre los rangos de 5.5% a 6%, ya que mejora su trabajabilidad en la briqueta y los agregados pétreos trabajan mejor; Mientras que Chen et al [3], obtuvo que el porcentaje óptimo de bitumen alcanzó el 5.7%, teniendo un mejor desempeño en los ensayos físicos y mecánicos que se presentaron en la tesis, por otro lado, Alvines [33], en su tesis obtuvo que el porcentaje óptimo de cemento asfáltico estuvo entre los rangos 4% - 5%, ya que mientras más porcentaje de bitumen se agregó la trabajabilidad de la briqueta sería baja.

### **Discusión del objetivo específico 3**

En lo que corresponde a la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas modificadas con los diferentes porcentajes de fibras PET y de la mezcla patrón sin adición de fibras, se obtuvieron mejoras significativas en ambas propiedades, destacando que el porcentaje óptimo de PET fue 3.5%, ya que fue de mejor desempeño en las propiedades respecto a la briqueta patrón, teniendo como resultados en las propiedades físicas 2.342 gr/cm<sup>3</sup> de peso unitario, 4.5% de contenido de vacíos, 18.4% de vacíos de agregado mineral 76.2% de relación de betún; Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que el flujo al 13.4% (3.30mm), una estabilidad de 17.1 kN y una estabilidad flujo de 3282.8 Kg/cm para un tránsito medio; mientras que para Vásquez [14], obtiene que el porcentaje óptimo de fibra PET es el 1% de incorporación, teniendo como resultados en las propiedades físicas propiedades físicas 2.45 gr/cm<sup>3</sup> de peso unitario, 4.2% de contenido de vacíos, 14% de vacíos de agregado mineral, 70.1% de relación de betún; Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que el flujo al (15 mm), una estabilidad de 9.77 kN y una estabilidad flujo de 1743 Kg/cm para un tránsito medio, cumpliendo con los parámetros establecidos y sabiendo que mientras mas PET entra a la mezcla sus propiedades físicas y mecánicas serán menor; También se sabe que Alvines [33], en su tesis se obtiene que el porcentaje óptimo de PET es el 0.5% con mezcla asfáltica al 5.8% para un tránsito medio, teniendo como propiedades físicas el peso específico 2.34 gr/cm<sup>3</sup>, contenido de vacíos 4%, VMA 15.2%, V.LL.C.A un 73.5% , para las propiedades mecánicas presentó un Flujo 13.21 (3.30 mm), estabilidad al 18.27 kN y relación estabilidad/flujo al 3777.6 kg/cm, estando en los parámetros correspondientes según las normas.

### **Discusión del objetivo específico 4**

En lo que corresponde a la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas modificadas con los diferentes porcentajes de fibras PET y HDPE, se obtuvieron mejoras significativas en ambas propiedades, destacando que el porcentaje óptimo de PET y HDPE fue 3.5% y 1.5% de fibras respectivamente, ya que fue de mejor desempeño en las

propiedades respecto a la briqueta patrón, teniendo como resultados en las propiedades físicas 2.374 gr/cm<sup>3</sup> de peso unitario, 4.1% de contenido de vacíos, 19.9% de vacíos de agregado mineral 79.6% de relación de betún y 1.17 de polvo/asfalto; Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que el flujo al 12.7% , una estabilidad de 18.7 kN y una estabilidad flujo de 3882.8 Kg/cm para un tránsito medio; Mientras que Cabrera [66] en su tesis obtiene que el porcentaje óptimo de elastómeros y plastómeros es el 1%, obteniendo como resultados en los ensayos físicos como peso unitario 2.334 gr/cm<sup>3</sup>, 5.7% de contenido de vacíos 5.8%, VMA 19.1%; Para las propiedades mecánicas se obtuvo mediante el ensayo Marshall y MAC un flujo de 3.8%, una estabilidad de 12.9 kN y una estabilidad flujo de 3750 Kg/cm<sup>3</sup>, teniendo en cuenta que los resultados se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

#### **Discusión del objetivo específico 5**

Respecto al contenido óptimo de las fibras de PET y HDPE se obtuvo que el 3.5% de fibras PET más el 1.5% de HDPE es el porcentaje que más destacó, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas de la briqueta con el cemento asfáltico patrón, validando de esta manera sus resultados y rango obtenidos mediante el análisis estadístico que se ejecutó en el programa SPSS con el método de Cronbach; mientras que Bernardo [13], en su tesis obtuvo que el porcentaje óptimo de fibras de PET es en 0.5% ya que comparado con la mezcla asfáltica convencional, las propiedades físicas y mecánicas mejoran, como la durabilidad, el porcentaje de vacíos es mucho menor, lo que causa que exista menos permeabilidad y así poder evitar la desintegración o ruptura del pavimento; por otro Contreras & Zúñiga [25], en su tesis obtuvieron que el 1% de incorporación de PET con el 6% de cemento asfáltico fue el óptimo, pues se logró mejorar en gran medida las propiedades mecánicas de estabilidad, flujo y relación estabilidad-flujo respecto a las demás mezclas con fibras de PET incluyendo la mezcla asfáltica en caliente patrón.

## **IV. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

Se evaluó que al analizar la calidad de los agregados de la planta de asfalto en caliente, cumplieron con las exigencias solicitadas por la NTP vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, así mismo quedó demostrado que son aptos para el diseño de las mezclas asfálticas en caliente, pues la calidad de estos materiales cumplen con las tolerancias para la elaboración de este tipo de mezclas, en tanto para el caso de las fibras PET y HDPE, estas se ajustaron a la distribución granulométrica recomendada por la norma mencionada, con lo que este material es apto para su incorporación en porcentajes en la mezcla asfáltica.

Se determinó que el contenido óptimo de cemento asfáltico es del 6% para la mezcla asfáltica patrón, ya que al desarrollar los ensayos mecánicos la normativa nos menciona que debe estar dentro de los parámetros establecidos, mientras que para los otros tratamientos no se encontró dentro de ellas.

Se evaluó mejoras significativas en ambas propiedades, destacando que el porcentaje óptimo de PET fue 3.5%, ya que fue de mejor desempeño en las propiedades respecto a la briqueta patrón, teniendo como resultados en las propiedades físicas 2.342 gr/cm<sup>3</sup> de peso unitario, 4.5% de contenido de vacíos, 18.4% de vacíos de agregado mineral 76.2% de relación de betún; Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que el flujo al 13.4% (3.30mm), una estabilidad de 17.1 kN y una estabilidad flujo de 3282.8 Kg/cm para un tránsito medio.

Se evaluó los diferentes porcentajes de fibras PET y HDPE, se obtuvieron mejoras significativas en ambas propiedades, destacando que el porcentaje óptimo de PET y HDPE fue 3.5% y 1.5% de fibras respectivamente, ya que fue de mejor desempeño en las propiedades respecto a la briqueta patrón, teniendo como resultados en las propiedades físicas 2.374 gr/cm<sup>3</sup> de peso unitario, 4.1% de contenido de vacíos, 19.9% de vacíos de

agregado mineral 79.6% de relación de betún y 1.17 de polvo/asfalto; Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que el flujo al 12.7% , una estabilidad de 18.7 kN y una estabilidad flujo de 3882.8 Kg/cm para un tránsito medio.

Se estableció que el uso de las fibras PET al 3.5% y 1.5% de HDPE en la mezcla asfáltica con 6% son los porcentajes óptimos, ya que mejora en gran medida las propiedades de estabilidad, flujo y relación estabilidad-flujo para los tipos de tránsito B (medio).

#### **4.2 Recomendaciones**

Se recomienda tener en consideración la adecuada dosificación de los agregados previo al control de calidad durante los ensayos de laboratorio, ya que una mínima variación puede alterar la composición granulométrica de cada material y poder perjudicar al diseño de mezcla a ejecutar para la elaboración de las briquetas.

Se recomienda utilizar las fibras menores al 3.5% de adición, ya que en los resultados se obtuvo que luego del porcentaje óptimo, mientras más porcentaje de PET se adiciona las propiedades físicas y mecánicas tienden a disminuir.

Con base en las investigaciones realizadas, se recomienda agregar bajas concentraciones de PET reciclado a las mezclas asfálticas, ya que concentraciones mayores afectan sus propiedades como estabilidad y fluidez.

Se encarga que para investigaciones futuras de mezclas asfálticas en caliente adicionando PET y HDPE, se reduzcan los porcentajes por debajo del 3.5% HDPE para que la briketa presente mejor trabajabilidad y tenga mejor resistencia a cargas.

Se recomienda que futuras investigaciones se estudie el uso de fibras de PET y HDPE, pero con diferentes dimensiones de fibras, pues de esta manera se podrá encontrar cual es el tamaño y/o longitud de fibras más convenientes para su incorporación en la mezcla asfáltica en caliente; así mismo se sugiere ejecutar ensayos empleando el diseño de mezclas asfálticas

con fibras PET y HDPE en un 3.5% y 1.5% respectivamente que permitan estudiar también su desempeño a corto y mediano plazo.

## REFERENCIAS

- [1] A. M. Zohreh Dehghan, «Evaluating the fatigue properties of hot mix asphalt reinforced by recycled PET fibers using 4-point bending test,» *Construction and Building Materials*, vol. 139, nº 14, pp. 384-393, 2018.
- [2] J. Y. Zining Chen y D. F. Zhiguo Chen, «Properties of asphalt binder modified by corn stalk fiber,» *Construction and Building Materials*, vol. 212, nº 9, pp. 225-235, 2019.
- [3] H. Chen, Q. Xu, S. Chen y Z. Zhang, «Evaluation and design of fiber-reinforced asphalt mixtures,» *Materials and Design*, vol. 30, nº 7, p. 2595–2603, 2019.
- [4] R. Md Tareq, M. Abbas y G. Filippo, «Possible use of cigarette butt fiber modified bitumen in stone mastic asphalt,» *Construction and Building Materials*, vol. 263, nº 12, p. 120134, 2020.
- [5] L. Zuzhong, Z. Xuelej, C. F. Z. Yayun, J. X. y C. Huaxin, «Investigation on characteristics and properties of bagasse fibers: Performances of asphalt mixtures with bagasse fibers,» *Construction and Building Materials*, vol. 248, nº 8, p. 118648, 2020.
- [6] H. MR, I. MK, Y. NSA, H. SOAE, W. MNM, M. A, N. SN y R. PJ, «Performance of Hot Mix Asphalt Mixture Incorporating Kenaf Fibre,» *IOP Conference Series*, vol. 140, nº 14, p. 012092, 2018.
- [7] G. Anik, L. G. Pedro, C. F. Daniel y R. H. Jorge, «Laboratory Characterization of Porous Asphalt Mixtures with Aramid Fibers,» *Materials*, vol. 14, nº 8, p. 1935, 2021.
- [8] B. N. Bravo Cabrera y J. L. Montalvo Malca, Artists, *DESARROLLO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ADICIÓN DE CAUCHO: CARACTERIZACIÓN DEL NUEVO MATERIAL*. [Art]. Universidad Señor de Sipan, 2019.
- [9] F. Herrera García, «Propiedades mecánicas del pavimento flexible con incorporación de asfalto reciclado y polietileno (PET) en la Av. Condorcánqui Carabayllo, 2019,» Repositorio: UCV, Lima, 2019.
- [10] J. M. Cavalcanti Cajacuri y I. E. Hinostroza Abad, «Propuesta de diseño de mezcla asfáltica con adiciones recicladas compuestas de PET en asfalto caliente en el distrito de San Juan de Lurigancho,» Repositorio: UPC-Institucional, Lima, 2022.
- [11] C. A. López Cortez y B. A. Nonato Cruzalegui, «Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionándole Polietileno de Tereftalato (PET) en porcentajes de 0.75%, 1% y 1.25%, Nuevo Chimbote, Ancash-2020,» Repositorio: UCV-Institucional, Chimbote, 2020.



- [12] L. E. Lozano Castro y R. R. Aviles Valencia, «Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto reemplazando el agregado fino por polímero pet granulado en porcentajes de 2.5, 5, 7.5, 10 y 15 %.,» Repositorio: UAC-Institucional, Cuzco, 2019.
- [13] D. C. Bernardo Cortez y Y. Y. Mendiguri Mendieta, «Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica usando polímeros Polietilentereftalato,» Repositorio: URP-Tesis, Lima, 2022.
- [14] Y. A. Vasquez Perez, «Desempeño de Mezclas Asfálticas en Caliente con Adición de Polietileno de Tereftalato,» Repositorio: USS-Institucional, Chiclayo, 2023.
- [15] F. T. Palomino Cárdenas y J. C. Aguirre Tapia, «Evaluación comparativa de las características físicas y comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente adicionada con polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado con respecto a una muestra patrón utilizando cemento asfáltico pen 85/100.,» Repositorio: UAC-Institucional, Cusco, 2023.
- [16] R. D. Ortiz Huamán, «Evaluación del comportamiento de una mezcla asfáltica en caliente para rodadura incorporando por vía seca Pead reciclado,» Repositorio: UNI-Tesis, Lima, 2021.
- [17] B. L. Bailon Fiorentini, «Evaluación de las propiedades mecánicas en la utilización de plásticos reciclados para la mezcla de asfalto,» Repositorio: USS-Institucional, Chiclayo, 2023.
- [18] G. Chen, Y. Peng, N. Yang, G. Xu, K. Gong y X. Xu, «Innovative Use of Waste PET-Derived Additive to Enhance Application Potentials of Recycled Concrete Aggregates in Asphalt Rubber,» *Polymers*, vol. 15, nº 19, p. 3893, 2023.
- [19] D. Movilla-Quesada, A. C. Raposeiras, E. Guíñez y A. Frechilla-Alonso, «A Comparative Study of the Effect of Moisture Susceptibility on Polyethylene Terephthalate-Modified Asphalt Mixes under Different Regulatory Procedures,» *Sustainability (Switzerland)*, vol. 19, nº 14519, p. 15, 2023.
- [20] R. Xiao, Z. Shen, P. Polaczyk y B. Huang, «Thermodynamic Properties of Aggregate Coated by Different Types of Waste Plastic: Adhesion and Moisture Resistance of Asphalt-Aggregate Systems,» *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 35, nº 8, pp. 04023261-1, 2023.
- [21] D. O. Olukanni, D. A. Adegoke, A. A. Akinmejiwa, D. E. Bassey y J. A. Adediran, «EVALUATION OF ASPHALT PRODUCED FROM WASTE TYRE AND POLYETHYLENE TEREPHTHALATE-BASED BITUMEN WITH PARAFFIN WAX AS

- REJUVENATOR,» *Journal of Solid Waste Technology and Management*, vol. 49, nº 3, pp. 270 - 279, 2023.
- [22] J. Nishanthini, R. Terrance M. y B. Wasala, «Mechanical properties of modified hot mix asphalt containing polyethylene terephthalate fibers as binder additive and carbonized wood particles as fine aggregate replacement,» *Asian Transport Studies*, vol. 6, nº 1, p. 100029, 2020.
- [23] M. Q. D., R. A. C. y O. J., «Effects of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) on Stiffness of Hot Asphalt Mixtures,» *Hindawi*, vol. 4, nº 1, pp. 1-6, 2019.
- [24] A. Al-Hadidy, «Laboratory investigation of aged HDPE-modified asphalt mixes,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 12, nº 4, pp. 364-369, 2019.
- [25] D. F. Contreras Vizcarra y J. M. Zúñiga Pinillos, «Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas,» Repositorio: Universidad Ricardo Palma, Lima, 2020.
- [26] C. J. Agreda Licas, «Incorporación del plástico reciclado para determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en la avenida Herbay Alto, Cañete 2020,» Repositorio: UCV, Lima, 2020.
- [27] A. J. Carbajal Trujillo, «Mejoramiento de pavimentos flexibles reutilizando polipropileno y polietileno de alta densidad en la Avenida Central, distrito Los Olivos - Lima 2020,» Repositorio: UCV, Lima, 2020.
- [28] V. D. P. Cárdenas Mendoza, «Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021,» Repositorio: UCV, Lima, 2021.
- [29] J. E. Corbacho Chipana, «Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de Rueda Cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018,» Repositorio Institucional - UNSAAC, Cusco, 2019.
- [30] J. C. Eulogio Vela y L. L. Liñan Vega, «Influencia en las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas en caliente incorporando politetrafluoroetileno-polietileno, San Martín de Porres 2022,» Repositorio: UCV - Institucional, Lima, 2023.
- [31] H. I. Ayala Hoyos, «Influencia de la incorporación de polvo de caucho reciclado en los pavimentos de mezcla asfáltica en caliente para la ciudad de Cajamarca,» Repositorio: UNC, Cajamarca, 2023.

- [32] N. A. Tejada Brioso, «Diseño de una mezcla asfáltica ecológica usando polietileno de tereftalato (PET) reciclado y caucho molido,» Repositorio: USS - Institucional, Pimentel, 2022.
- [33] J. F. Alvines Arbaiza, «Elaboración de Mezcla Asfáltica Modificada con Botellas Plásticas Recicladas, Aplicando el Método Marshall para Tránsito Pesado,» Repositorio: USS - Institucional, Pimentell, 2023.
- [34] T. Khedaywi, M. Haddad y H. Bataineh, «Effect of waste plastic polyethylene terephthalate on properties of asphalt cement,» *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 8, nº 9, p. 232, 2023.
- [35] A. K. Banerji, P. Topdar y A. K. Datta, «Structural Performance of Cement-treated Base Layer by Incorporating Reclaimed Asphalt Material and Plastic Waste,» *Jordan Journal of Civil Engineering*, vol. 17, nº 2, pp. 259 - 271, 2023.
- [36] J. Ma y S. A. Hesp, «Effect of recycled polyethylene terephthalate (PET) fiber on the fracture resistance of asphalt mixtures,» *Construction and Building Materials*, vol. 342, nº 14, p. 127944, 2022.
- [37] K. A. Owaid, A. A. Hamdoon, R. R. Maty, M. Y. Saleh y A. M.A., «Waste Polymer and Lubricating Oil Used as Asphalt Rheological Modifiers,» *Materials*, vol. 15, nº 11, p. 3744, 2022.
- [38] T. W. Mahdi, S. Senadheera y T. Ghebrab, «Effect of PET Size, Content and Mixing Process on the Rheological Characteristics of Flexible Pavement,» *Materials*, vol. 15, nº 10, p. 3565, 2022.
- [39] S. Nizamuddin, Y. J. Boom y F. Giustozzi, «Sustainable polymers from recycled waste plastics and their virgin counterparts as bitumen modifiers: A comprehensive review,» *Polymers*, vol. 13, nº 19, p. 3242, 2021.
- [40] H. Liu, J. Wang, W. Lu y N. Zhang, «Optimization Design and Mechanical Performances of Plant-Mix Hot Recycled Asphalt Using Response Surface Methodology».
- [41] A. Goli, B. Rout, T. Cyril y G. V., «Evaluation of Mechanical Characteristics and Plastic Coating Efficiency in Plastic-Modified Asphalt Mixes,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 16, nº 3, pp. 693 - 704, 2023.
- [42] N. Agha, A. Hussain, A. S. Ali y Y. Qiu, «Performance Evaluation of Hot Mix Asphalt (HMA) Containing Polyethylene Terephthalate (PET) Using Wet and Dry Mixing Techniques,» *Polymers*, vol. 15, nº 5, p. 1211, 2023.

- [43] J.-S. Lee, S.-Y. Lee, Y.-S. Bae y T. H. M. Le, «Development of Pavement Material Using Crumb Rubber Modifier and Graphite Nanoplatelet for Pellet Asphalt Production,» *Polymers*, vol. 15, nº 3, p. 727, 2023.
- [44] O. D. R. y H. S. C.H., «Effect of the grain size of recycled rubber on the behaviour of an asphalt mix,» *Revista Ingenieria de Construccion*, vol. 38, nº 1, pp. 163 - 175, 2023.
- [45] F. Preti, E. Romeo, A. Roberto, E. V. Dave, J. E. Sias y G. Tebaldi, «Incorporation of plasticity and temperature effects on bituminous stabilised materials in a multi-layered pavement model,» *Road Materials and Pavement Design*, vol. 8, nº 3, p. 14515, 2023.
- [46] N. T. Bhagat, H. P. Hadole y M. S. Ranadive, «Oxidative Aging Characterization of Pyro-Oil Modified Binders Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy,» *Advances in Science and Technology Research Journal*, vol. 17, nº 1, pp. 140 - 149, 2023.
- [47] T. Fan, C. Si, Y. Zhang, Y. Zhu y S. Li, «Optimization Design of Asphalt Mixture Composite Reinforced with Calcium Sulfate Anhydrous Whisker and Polyester Fiber Based on Response Surface Methodology,» *Materials*, vol. 16, nº 2, p. 594, 2023.
- [48] X. Jiu, P. Xiao, B. Li, Y. Wang y A. Kang, «Pavement Performance Investigation of Asphalt Mixtures with Plastic and Basalt Fiber Composite (PB) Modifier and Their Applications in Urban Bus Lanes Using Statics Analysis,» *Materials*, vol. 16, nº 2, p. 770, 2023.
- [49] H. Noorvand, B. Mobasher, S. Underwood y K. Kaloush, «Development of an analytical framework for evaluation of critical fiber length in asphalt concrete with a fiber pullout test,» *Construction and Building Materials*, vol. 360, nº 15, p. 129561, 2022.
- [50] A. Sreeram, A. Filonzi, S. Komaragiri, L. R. K, E. Masad y A. Bhasin, «Assessing impact of chemical compatibility of additives used in asphalt binders: A case study using plastics,» *Construction and Building Materials*, vol. 359, nº 14, p. 129349, 2022.
- [51] A. Qabur, H. Baaj y M. El-Hakim, «Incorporation of the Multi-Layer Plastic Packaging in the Asphalt Binders: Physical, Thermal, Rheological, and Storage Properties Evaluation,» *Polymers*, vol. 14, nº 24, p. 5396, 2022.
- [52] M. Enfrin y F. Giustozzi, «Recent advances in the construction of sustainable asphalt roads with recycled plastic,» *Polymer International*, vol. 71, nº 12, pp. 1376 - 1383, 2022.
- [53] J. Li, F. Meng, D. Ren, Z. Zhao, Y. Liu y Y. Muhammad, «Effect of incorporation of biomimetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-PET and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-chitosan-PET fibers on the performance of SBS modified asphalt,» *Construction and Building Materials*, vol. 312, nº 15, p. 125386, 2021.
- [54] K. V.V., S. S. y Z. J.G., «Fatigue performance of geosynthetic-reinforced asphalt layers,» *Geosynthetics International*, vol. 28, nº 6, pp. 584 - 597, 2021.

- [55] I. M. Carhuanchu Mendoza, F. A. Nolasco Labajos, L. Sicheri Monteverde, M. A. Guerrero Bejarano y K. M. Casana Jara, Metodología para la investigación holística, Guayaquil: Departamento de investigación y posgrados Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, 2019.
- [56] Universidad Señor de Sipán, «Universidad Señor de Sipán,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.uss.edu.pe/uss/TransparenciaDoc/RegInvestigacion/C%C3%B3digo%20de%20C3%89tica.pdf>.
- [57] MTC, "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (Vol. 1)," Lima, 2013.
- [58] MTC E 114, Equivalente de Arena, Suelos y Agregados Finos, LIMA: INDECOPI, 1999.
- [59] MTC E 222, ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO, LIMA: INDECOPI, 2000.
- [60] MTC E 111, DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.), LIMA: INDECOPI, 2014.
- [61] MTC E 219, SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, LIMA: INDECOPI, 2014.
- [62] MTC E 205, GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS, LIMA: INDECOPI, 2014.
- [63] Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles, NTP 400.019, Lima: INDECOPI, 2014.
- [64] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, NTP 400.017, Lima: INDECOPI, 1999.
- [65] M. E. 210, METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO, LIMA, 2001.
- [66] O. A. Cabrera Rocha, «Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados,» Repositorio: Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2023.

## **ANEXOS**

<b>ANEXO 1 Acta de revisión de similitud de la investigación .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO 2 Acta de aprobación de asesor .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 3 Matriz de consistencia.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 4 Operacionalización de variables.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO 5 Instrumento de recolección de datos .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO 6 Análisis estadístico .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 7 Carta de autorización para el recojo de la información .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO 8 Informes de laboratorio, ensayos físicos a los agregados .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO 9 Informes de laboratorio, Diseño de mezcla asfáltica al 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de Cemento Asfáltico.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO 10 Informes de laboratorio, Diseño de mezcla asfáltica al 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de Cemento Asfáltico más fibras PET .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO 11 Informes de laboratorio, Diseño de mezcla asfáltica al 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de Cemento Asfáltico con óptimo de las fibras PET mas 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% de HDPE.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO 12 Análisis de costos unitarios.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO 13 Certificado de calibración de equipos.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 14 Panel fotográfico.....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO 15 MATRIZ DE LEOPOLD - “INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA” .....</b>	<b>159</b>

**ANEXO 1 Acta de revisión de similitud de la investigación**

**(TODAVIA NO HA SIDO ENVIADO POR EL COORDINADOR DE INVESTIGACION)**


## ANEXO 2 Acta de aprobación de asesor



### ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Nepton David Ruiz Saavedra**, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N°0385-2024/FIAU-USS del proyecto de investigación **Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica**, desarrollado por el estudiante: **Jorge Ronaldo Bobadilla Peña**, del programa de estudios de **Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado firman:

Nepton David Ruiz Saavedra	DNI: 16538761	
----------------------------	---------------	--

Pimentel, 28 de Mayo del 2024



### ANEXO 3 Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
¿Cuál es la influencia de las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica?	<b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica.	La influencia de las fibras PET y HDPE en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica, tendrá mejoras significativas.	<b>Variable Independiente 01: Fibras PET</b>	Dosificaciones	Adición de 00%	Ficha de recolección de datos	FIN (Aplicada - Tecnológica) ENFOQUE (Cuantitativo) DISEÑO (Cuasi experimental)
	Adición de 0.5%						
	Adición de 1.0%						
	Adición de 1.5%						
	Propiedad física			Longitud 2cm			
				Espesor de 0.3 cm			
<b>Objetivos específicos</b> Determinar las propiedades físicas de los áridos		<b>Variable Independiente 02: Fibras HDPE</b>	Dosificaciones	Adición de 00%	Ficha de recolección de datos		
Hallar las características físicas de las fibras PET y HDPE.				Adición de 0.5%			
Hallar la influencia de las fibras del 0.0%PET + 0.0% HDPE, .0.5%PET + 0.5% HDPE, .1.0%PET + 1.0% HDPE y 1.5%PET + 1.5% HDPE, sobre la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente.				Adición de 1.0%			
Hallar la influencia de las fibras del 0.0%PET + 0.0% HDPE, .0.5%PET + 0.5% HDPE, .1.0%PET + 1.0% HDPE y 1.5%PET + 1.5% HDPE, sobre la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente.				Adición de 1.5%			
Propiedad física			Longitud 2cm				
	espesor de 0.3 cm						
			<b>Variable dependiente: Estabilidad y Flujo</b>	Propiedad mecánica	Resistencia a empujones y surcos Asentamiento gradual	Ficha de estabilidad Ficha de Flujo	

## ANEXO 4 Operacionalización de variables

Descripción	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Sub Indicador	Índice	Técnica o Recolección de Datos
<b>DEPENDIENTE</b>	Mezcla Asfáltica en Caliente	Consiste en agregados bien clasificados y cemento asfáltico calentados a altas temperaturas de alrededor de 150°C, mezclados en cantidades medidas en una máquina mezcladora en caliente.	Estructura	Asfalto	Cemento Asfáltico	%	Análisis Documental
				Agregados	Agregado Fino	%	ASTM D422
					Agregado Grueso	%	ASTM D422
					Filler	%	Análisis Documental
			Propiedades	% Vacíos	-	%	Recolección de Datos
				Peso Específico Bulk	-	gr/cm3	Recolección de Datos
				V.M.A	-	%	Recolección de Datos
				% V. LL.C.A.	-	%	Recolección de Datos
				Relación Polvo/Asfalto	-	%	Recolección de Datos
				Flujo	-	mm	Recolección de Datos
				Estabilidad	-	kN	Recolección de Datos
				Estabilidad/Flujo	-	Kg/cm	Recolección de Datos
				<b>INDEPENDIENTE</b>	PET	Las botellas de plástico están hechas de PET, un plástico resistente y flexible	Proporción de Adición de PET
3.5%	-	%	Recolección de Datos				
5%	-	%	Recolección de Datos				
6.5%	-	%	Recolección de Datos				
HDPE	Se fabrica a partir de múltiples unidades de etileno, se forma un polímero termoplástico.	Proporción de Adición de HDPE	1.5%		-	%	Recolección de Datos
			2.5%		-	%	Recolección de Datos
			3.5%		-	%	Recolección de Datos
			4.5%		-	%	Recolección de Datos

## ANEXO 5 Instrumento de recolección de datos

JUEZ 01

Colegiatura N° 324468

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Mejía Martínez Néider	Asistente de Ingeniero Supervisor	Prueba de Peso Unitario, % de Vacíos, Flujo, Estabilidad/Flujo	Bobadilla Peña Jorge Ronaldo
<b>Título de la Investigación:</b> "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"			

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Peso Unitario	A	CONFORME
% de Vacíos	A	CONFORME
Flujo	A	CONFORME
Estabilidad/Flujo	A	CONFORME

#### III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Mezcla asfáltica en caliente</b>								
1	Peso Unitario	X		X		X		X	
2	% de Vacíos	X		X		X		X	
3	Flujo		X	X		X		X	
4	Estabilidad/Flujo	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir (   )
- No aplicable (   )

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Mejia Martínez Néider

Especialidad: Ingeniero Civil



NEIDER MEJIA MARTINEZ  
-INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 324468

---

Juez Experto

**JUEZ 02**  
**Colegiatura N° 332771**

**Ficha de validación según AIKEN**

**IV. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Diaz Quepuy, Lesly Janina	Control Calidad en infraestructura vial	Prueba de Peso Unitario, % de Vacíos, Flujo, Estabilidad/Flujo	Bobadilla Peña Jorge Ronaldo
<b>Título de la Investigación:</b> "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"			

**V. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Peso Unitario	A	CONFORME
% de Vacíos	A	CONFORME
Flujo	A	CONFORME
Estabilidad/Flujo	A	CONFORME

**VI. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Mezcla asfáltica en caliente</b>								
1	Peso Unitario	X			X	X		X	
2	% de Vacíos	X		X		X		X	
3	Flujo	X		X		X			X

**Observaciones:**

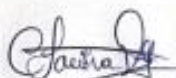
Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica"

**Opinión de aplicabilidad:**

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir (   )
- No aplicable (   )

Apellidos y nombres del juez validador: Diaz Quepuy Lesly Janina

Especialidad: ingeniero Civil



LESLY JANINA DIAZ QUEPUY  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 332771

---

Juez Experto

**JUEZ 03**  
**Colegiatura N° 320515**

**Ficha de validación según AIKEN**

**VII. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Gómez Ormeño, Nelson Manuel	CONSTRUCTORA EL DIAMANTE INGENIEROS E.I.R.L.	Prueba de Peso Unitario, % de Vacíos, Flujo, Estabilidad/Flujo	Bobadilla Peña Jorge Ronaldo
<b>Título de la Investigación:</b> "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"			

**VIII. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Peso Unitario	A	CONFORME
% de Vacíos	A	CONFORME
Flujo	A	CONFORME
Estabilidad/Flujo	A	CONFORME

**IX. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Mezcla asfáltica en caliente</b>								
1	Peso Unitario	X		X			X	X	
2	% de Vacíos	X		X		X			X
3	Flujo	X		X		X		X	
4	Estabilidad/Flujo	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir ( )
- No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Gómez Ormeño Nelson Manuel

Especialidad: Ingeniero Civil



NELSON MANUEL GÓMEZ ORMEÑO  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 320515

---

Juez Experto



**JUEZ 04**  
**Colegiatura N° 324421**

**Ficha de validación según AIKEN**

**x. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Coico Delgado, Crísthian Aimar	Control de calidad y producción en Edificaciones	Prueba de Peso Unitario, % de Vacíos, Flujo, Estabilidad/Flujo	Bobadilla Peña Jorge Ronaldo
<b>Título de la Investigación:</b> "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"			

**xi. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Peso Unitario	A	CONFORME
% de Vacíos	A	CONFORME
Flujo	A	CONFORME
Estabilidad/Flujo	A	CONFORME

**xii. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Mezcla asfáltica en caliente</b>								
1	Peso Unitario	X		X		X		X	
2	% de Vacíos	X		X		X		X	
3	Flujo	X			X	X		X	
4	Estabilidad/Flujo	X		X			X	X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica"


Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir (    )
- No aplicable (    )

Apellidos y nombres del juez validador: Cristhian Aymar Coico Delgado

Especialidad: ingeniero Civil



  
Cristhian Aymar Coico Delgado  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 324421

---

Juez Experto

**JUEZ 05**  
**Colegiatura N° 75063**

**Ficha de validación según AIKEN**

**xiii. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Villegas Granados, Luis Mariano	UNIVERSIDAD SEÑOR SIPAN	Prueba de Peso Unitario, % de Vacíos, Flujo, Estabilidad/Flujo	Bobadilla Peña Jorge Ronaldo
<b>Título de la Investigación:</b> "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"			

**xiv. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Peso Unitario	A	CONFORME
% de Vacíos	A	CONFORME
Flujo	A	CONFORME
Estabilidad/Flujo	A	CONFORME

**xv. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Mezcla asfáltica en caliente</b>								
1	Peso Unitario		X	X		X			X
2	% de Vacíos	X		X		X		X	
3	Flujo	X		X		X		X	
4	Estabilidad/Flujo	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir ( )
- No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Villegas Granados, Luis Mariano

Especialidad: Ingeniero Civil



Luis Mariano Villegas Granados  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 75063

Juez Experto

## VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA  
"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE  
UNA MEZCLA ASFÁLTICA"

<b>CLARIDAD</b>				
<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA</b>				
JUEZ / ESTACIÓN	Mezcla Asfáltica +3.5 PET+ 1.5HDPE			
	Peso Unitario	% Vacíos	Flujo	Estabilidad/Flujo
JUEZ 1	1	1	0	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5		5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Alken por preg=	0.90			

<b>CONTEXTO</b>				
<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA</b>				
JUEZ / ESTACIÓN	Mezcla Asfáltica +3.5 PET+ 1.5HDPE			
	Peso Unitario	% Vacíos	Flujo	Estabilidad/Flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	0	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	0	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	0.80	1.00
V de Alken por preg=	0.90			

<b>CONGRUENCIA</b>				
<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA</b>				
JUEZ / ESTACIÓN	Mezcla Asfáltica +3.5 PET+ 1.5HDPE			
	Peso Unitario	% Vacíos	Flujo	Estabilidad/Flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	0	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	0
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	5	4
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Alken por preg=	0.90			

<b>DOMINIO DEL CONSTRUCTO</b>				
<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA</b>				
JUEZ / ESTACIÓN	Mezcla Asfáltica +3.5 PET+ 1.5HDPE			
	Peso Unitario	% Vacíos	Flujo	Estabilidad/Flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0	1
JUEZ 3	1	0	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	4	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	0.80	0.80	1
V de Alken por preg=	0.85			

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

0.888

## ANEXO 6 Análisis estadístico



### "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"

#### Ensayo de Peso Unitario + %PET

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,864	5

Estadísticos total-elemento					
		Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento- total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla		9,3616	,021	,801	,821
Patrón	ENSAYO DE PESO				
CA + 2%	UNITARIO CON C.A +	9,3574	,022	,755	,833
CA + 3,5%	%PET	9,3500	,025	,529	,874
CA + 5,0%		9,3657	,016	,790	,814
CA + 6,5%		9,3607	,015	,785	,824

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		,114	19	,006		
	Inter elementos	,003	4	,001	,850	,498
Intrapersonal	Residual	,062	76	,001		
	Total	,064	80	,001		
	Total	,178	99	,002		

Media global = 2,3398

### Ensayo de % de Vacíos + %PET

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,947	5

Estadísticos total-elemento					
		Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla Patrón		38,383	,895	,983	,928
CA + 2%	ENSAYO DE %	35,551	,943	,988	,921
CA + 3,5%	DE VACÍOS C.A	49,279	,836	,777	,947
CA + 5,0%	+ %PET	43,554	,852	,983	,935
CA + 6,5%		42,765	,852	,983	,934

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		245,538	19	12,923		
	Inter-elementos	3,414	4	,853	1,235	,303
Intra-personas	Residual	52,522	76	,691		
	Total	55,936	80	,699		
Total		301,474	99	3,045		

Media global = 4,6920



### Ensayo de Flujo 0,01"(0,25 mm) + %PET

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,981	5

Estadísticos total-elemento					
		Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento- total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla Patrón	ENSAYO DE	57,0500	222,261	,967	,975
CA + 2%	FLUJO	57,0500	222,261	,967	,975
CA + 3,5%	0,01"(0,25 mm)	57,0500	222,261	,967	,975
CA + 5,0%	CA + PET	55,2750	190,565	,954	,978
CA + 6,5%		55,2750	190,565	,954	,978

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		1238,528	19	65,186		
	Inter-elementos	75,615	4	18,904	15,303	,000
Intra-personas	Residual	93,885	76	1,235		
	Total	169,500	80	2,119		
Total		1408,028	99	14,223		

Media global = 14,0850

### Ensayo de Estabilidad/Flujo + %PET

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,914	5

Estadísticos total-elemento					
		Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla Patrón		12879,4000	7206999,411	,913	,878
CA + 2%		12879,4000	7206999,411	,913	,878
CA + 3,5%	ESTABILIDAD/FLUJO	13098,8000	10212326,063	,898	,881
CA + 5,0%	CA + %PET	13666,7000	11562200,537	,795	,911
CA + 6,5%		13666,7000	11562200,537	,795	,911

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		55507514,350	19	2921448,124		
	Inter-elementos	12882634,800	4	3220658,700	12,786	,000
Intra-personas	Residual	19143563,600	76	251888,995		
	Total	32026198,400	80	400327,480		
	Total	87533712,750	99	884178,917		

Media global = 3309,5500

### Ensayo de Peso Unitario CA 3.5% PET + %HDPE

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,983	5

Estadísticos total-elemento					
		Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla Patrón		9,3688	,014	,968	,976
CA + 3,5% PET + 1,5% HDPE		9,3592	,015	,982	,975
CA + 3,5%PET + 2,5% HDPE	PESO UNITARIO CA 3.5% PET + %HDPE	9,3646	,013	,953	,984
CA + 3,5% PET + 3,5% HDPE		9,3619	,016	,952	,983
CA + 3,5% PET + 4,5% HDPE		9,3698	,015	,966	,976

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		,088	19	,005		
	Inter-elementos	,002	4	,000	5,124	,001
Intra-personas	Residual	,006	76	,000		
	Total	,008	80	,000		
	Total	,096	99	,001		

Media global = 2,3412

### % Contenido de Vacíos CA 3.5% PET + %HDPE

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,962	5

Estadísticos total-elemento					
		Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla Patrón		44,622	,967	,981	,941
CA + 3,5% PET + 1,5% HDPE		58,327	,936	,974	,967
CA + 3,5%PET + 2,5% HDPE	% CONTENIDO DE VACÍOS CA 3.5% PET + %HDPE	48,145	,883	,960	,955
CA + 3,5% PET + 3,5% HDPE		40,181	,926	,975	,960
CA + 3,5% PET + 4,5% HDPE		49,490	,982	,965	,942

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		283,254	19	14,908		
	Inter-elementos	41,941	4	10,485	18,752	,000
Intra-personas	Residual	42,495	76	,559		
	Total	84,436	80	1,055		
	Total	367,690	99	3,714		

Media global = 4,3520

### Estabilidad/Flujo CA 3.5% PET + %HDPE

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,889	5

Estadísticos total-elemento				
	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mezcla Patrón	6994910,555	,891	1,000	,790
CA + 3,5% PET + 1,5% HDPE	10934858,905	,707	,630	,852
CA + 3,5%PET + ESTABILIDAD/FLUJO 2,5% HDPE CA 3.5% PET +	9106557,924	,899	,842	,797
CA + 3,5% PET + %HDPE 3,5% HDPE	12805774,682	,241	,473	,920
CA + 3,5% PET + 4,5% HDPE	6974424,155	,891	1,000	,790



ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas	53830957,240	19	2833208,276		
Inter-elementos	4884291,640	4	1221072,910	3,289	,015
Intra-personas Residual	28218682,380	76	371298,452		
Total	33102974,000	80	413787,175		
Total	86933931,240	99	878120,518		

Media global = 3500,7400

En las tablas se observa que, el instrumento utilizado para la investigación sobre la "Influencia de las Fibras PET y HDPE en la Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica" es válido y confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0.80).



Luis Arturo Montenegro Casachó  
M.C. ESTADÍSTICA  
M.G. INVESTIGACIÓN  
D.R. EDUCACIÓN  
COESPE 202

## ANEXO 7 Carta de autorización para el recojo de la información



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 01 de diciembre del 2023

Quien suscribe:

**Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar**

**Representante: Legal - Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W & C  
E.I.R.L. – LEMS W & C E.I.R.L.**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación denominado:**

**“INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA”**

Por el presente, el que suscribe, Sr Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W & C E.I.R.L. – LEMS W & C E.I.R.L., AUTORIZO al estudiante: Bobadilla Peña Jorge Ronaldo, identificado con DNI N° 71448163, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y autor del trabajo de investigación denominado **INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA**, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita que garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.

LEMS W&C E.I.R.L.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
GERENTE GENERAL

## ANEXO 8 Informes de laboratorio, ensayos físicos a los agregados



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

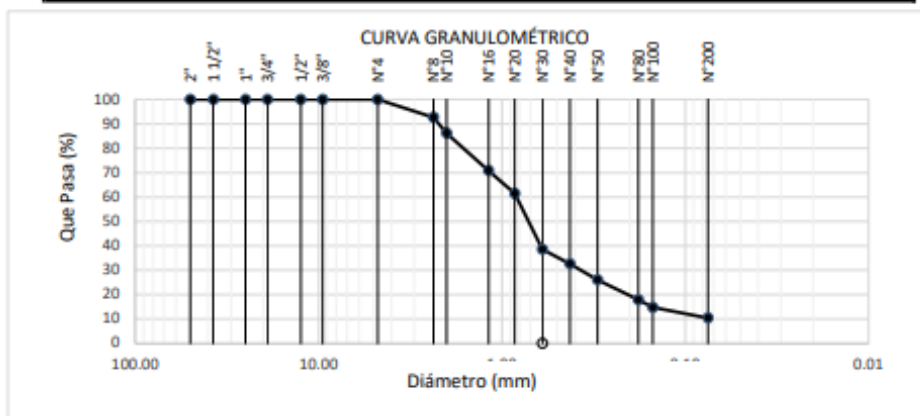
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : **JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA**  
Proyecto / Obra : **Tesis "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"**  
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
Fecha de apertura : **Jueves, 05 de octubre del 2023.**  
Inicio de ensayo : **Jueves, 12 de octubre del 2023.**  
Fin de ensayo : **Jueves, 12 de octubre del 2023.**

ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**  
NORMA : **N.T.P. 400.012**

Muestra : **Agregado Fino**      Cantera : **Planta de Asfalto - Gobierno Regional**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	7.3	7.3	92.7
Nº 10	2.000	6.5	13.8	86.2
Nº 16	1.180	15.3	29.1	70.9
Nº 20	0.850	9.5	38.6	61.4
Nº 30	0.600	22.8	61.4	38.6
Nº 40	0.425	5.9	67.4	32.6
Nº 50	0.300	6.6	74.0	26.0
Nº 80	0.180	8.1	82.1	17.9
Nº100	0.150	3.1	85.2	14.8
Nº200	0.075	4.3	89.6	10.5



### Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

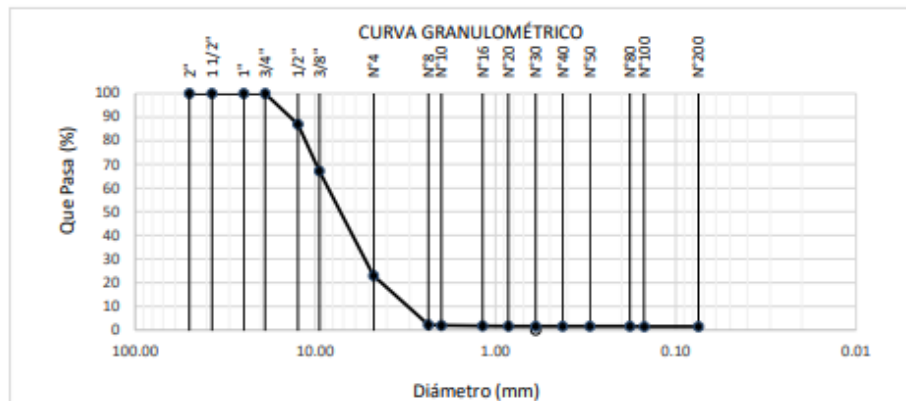
LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246014

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : **JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA**  
 Proyecto / Obra : **Tesis "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"**  
 Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de apertura : **Jueves, 05 de octubre del 2023.**  
 Inicio de ensayo : **Jueves, 12 de octubre del 2023.**  
 Fin de ensayo : **Jueves, 12 de octubre del 2023.**

ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**  
 NORMA : **N.T.P. 400.012**

Muestra : **Agregado Grueso**      Cantera : **Planta de Asfalto - Gobierno Regional**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	13.0	13.0	87.0
3/8"	9.500	19.7	32.7	67.3
Nº 4	4.750	44.3	77.0	23.0
Nº 8	2.360	20.8	97.8	2.2
Nº 10	2.000	0.2	98.1	1.9
Nº 16	1.180	0.2	98.3	1.7
Nº 20	0.850	0.0	98.3	1.7
Nº 30	0.600	0.1	98.4	1.6
Nº 40	0.425	0.0	98.4	1.6
Nº 50	0.300	0.0	98.5	1.5
Nº 80	0.180	0.0	98.5	1.5
Nº 100	0.150	0.0	98.5	1.5
Nº 200	0.075	0.0	98.5	1.5



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 28904

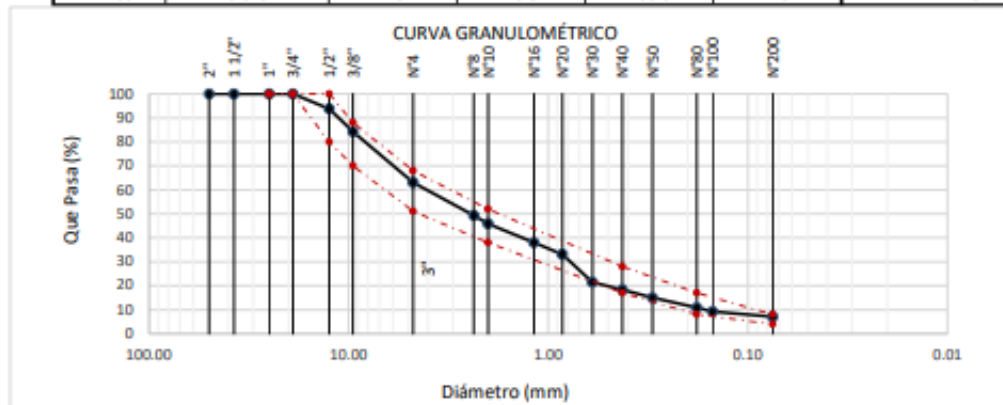


Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : **JORGE RONALDO BOBADILLA PENA**  
 Proyecto / Obra : **Tesis "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"**  
 Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de apertura : **Jueves, 05 de octubre del 2023.**  
 Inicio de ensayo : **Jueves, 12 de octubre del 2023.**  
 Fin de ensayo : **Jueves, 12 de octubre del 2023.**

ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**  
 NORMA : **N.T.P. 400.012**

Muestra : **Combinado A. Grueso 48% + A. Fino 51%**      Cantera : **Planta de Asfalto - Gobierno Regional**

Malla		48	51	1	100	GRADACIÓN MAC - 2
Pulg.	(mm.)	% Que Pasa				
		A. Grueso	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100
1/2"	12.500	87.0	100.0	100.0	93.8	80 - 100
3/8"	9.500	67.3	100.0	100.0	84.3	70 - 88
Nº 4	4.750	23.0	100.0	100.0	63.0	51 - 68
Nº 8	2.360	2.2	92.7	100.0	49.3	
Nº 10	2.000	1.9	86.2	100.0	45.9	38 - 52
Nº 16	1.180	1.7	70.9	100.0	38.0	
Nº 20	0.850	1.7	61.4	100.0	33.1	
Nº 30	0.600	1.6	38.6	100.0	21.4	
Nº 40	0.425	1.6	32.6	100.0	18.4	17 - 28
Nº 50	0.300	1.5	26.0	100.0	15.0	
Nº 80	0.180	1.5	17.9	100.0	10.9	8 - 17
Nº100	0.150	1.5	14.8	100.0	9.3	
Nº200	0.075	1.5	10.5	100.0	7.0	4 - 8



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 24094

Solicitud de Ensayo : **2308A-21/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obras : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Lunes, 07 de octubre 2023.  
 Fin de ensayo : Lunes, 07 de octubre 2023.

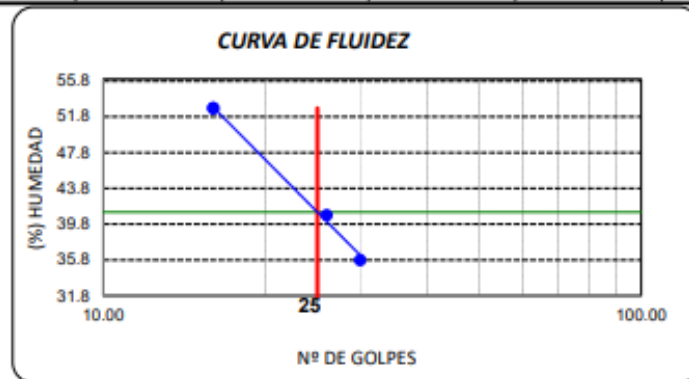
ENSAYO SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 REFERENCIA N.T.P. 399.131

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto - Gobierno Regional

Ensayo	Límite Líquido			Límite Plástico	
	L1	L2	L3	P1	P2
N° Tara					
N° Golpe	30	26	16	-	-
% Humedad	35.78	40.82	52.78	41.38	36.76



Límite Líquido	41.1%
Límite Plástico	39.1%
Índice de Plasticidad	2.1%

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla N°200



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 241904

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obras : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Lunes, 07 de octubre 2023.  
 Fin de ensayo : Lunes, 07 de octubre 2023.

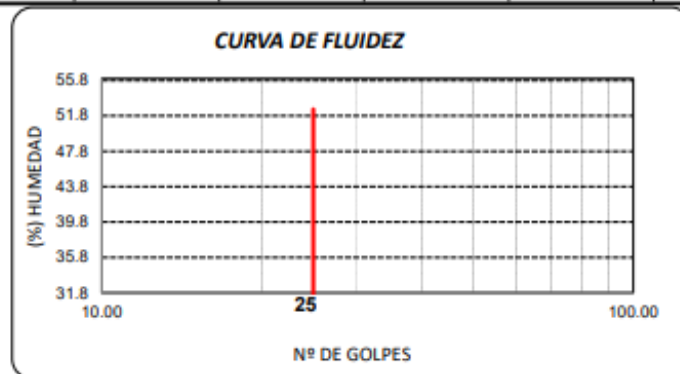
ENSAYO SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 REFERENCIA N.T.P. 399.131

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto - Batandrando

Ensayo	Límite Líquido			Límite Plástico	
	L1	L2	L3	P1	P2
N° Tara					
N° Golpe					
% Humedad					



Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice de Plasticidad	N.P.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla N°40



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246504

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
Inicio de ensayo : Sábado, 07 de octubre del 2023.  
Fin de ensayo : Lunes, 09 de octubre del 2023.

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

REFERENCIA : NTP 339.146:2000 (revisada el 2014)

Identificación:

Muestra : Arena Gruesa - Planta asfáltica (Gobierno Regional)

<b>EQUIVALENTE DE ARENA (%)</b>	<b>59.67</b>
---------------------------------	--------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla N°4



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246904



**LEMS W&C EIRL**

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
Inicio de ensayo : Sábado, 07 de octubre del 2023.  
Fin de ensayo : Lunes, 09 de octubre del 2023.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<i>Muestra</i>	: Agregado Fino	
<i>Cantera</i>	: Planta de Asfalto - Gobierno Regional	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	4000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.40

<i>Muestra</i>	: Agregado Grueso	
<i>Cantera</i>	: Planta de Asfalto - Gobierno Regional	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	3600
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.36

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 2465914

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
Fecha de emisión : Miércoles, 11 de octubre del 2023.  
Fecha de Emisión : Miércoles, 11 de octubre del 2023.

**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 400.019

**Muestra** : Agregado Grueso

**Cantera** : Planta de Asfalto - Gobierno Regional

% de desgaste por abrasión	%	15.60
----------------------------	---	-------

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500

  
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 248974

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Lunes, 09 de octubre 2023.  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de octubre del 2023.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Planta de Asfalto - Gobierno Regional

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1599
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1574
Contenido de Humedad	(%)	1.61

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1794
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1766
Contenido de Humedad	(%)	1.61

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP/ 246974

Solicitud de Ensayo: **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Lunes, 09 de octubre 2023.  
 Fin de ensayo : Lunes, 09 de octubre del 2023.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra

Cantera: Planta de Asfalto - Gobierno Regional

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1561
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1555
Contenido de Humedad	(%)	0.37
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1691
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1685
Contenido de Humedad	(%)	0.37

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246604



Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
Inicio de ensayo : Viernes, 13 de octubre del 2023.  
Fin de ensayo : Lunes, 14 de octubre de 2023.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Agregado Fino

Cantera : Planta de Asfalto - Gobierno Regional

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.596
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.6

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 240514

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : Tesis "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023.  
 Fin de ensayo : Viernes, 13 de octubre del 2023.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Agregado Grueso

Cantera : Planta de Asfalto - Gobierno Regional

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.387
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.33

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 246944

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : Tesis "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023.  
 Fin de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023.

ENSAYO : AGREGADOS.Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de Partículas Fracturadas en el Agregado Grueso  
 REFERENCIA : MTC E 210, ASTM D 5821

Muestra : Agregado Grueso

Canreta : Planta de Asfalto - Gobierno Regional

A. Partículas con una cara fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	( g )	( g )	((B/A)*100 )	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	3000				
1"	3/4"	1500				
3/4"	1/2"	500	453.74	90.75	71.4	6482.0
1/2"	3/8"	200	154.41	77.21	28.6	2205.9

UNA CARA FRACTURADA (%)	=	TOTAL E	=	8687.9	=	86.9 %
		TOTAL D		100.0		

B. Partículas con una o más cara fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	( g )	( g )	((B/A)*100 )	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	3000				
1"	3/4"	1500				
3/4"	1/2"	500	438.57	87.71	71.4	6265.3
1/2"	3/8"	200	150.41	75.21	28.6	2148.7

DOS A MÁS CARA FRACTURADA (%)	=	TOTAL E	=	8414.0	=	84.1 %
		TOTAL D		100.0		

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. FUNDOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 240344

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **2315A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.  
 Inicio de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023.  
 Fin de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023.

ENSAYO : AGREGADOS. Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.  
 REFERENCIA : N.T.P. 400.040

**Muestra** : Agregado Grueso

Canreta : Planta de Asfalto - Gobierno Regional

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	PESO DE PARTICULAS CHATAS	PESO DE PARTICULAS ALARGADAS	PESO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700	77.9	0.0	0.0	6.43	2.83
3/8"	9.500	134.0	17.7	0.0	9.84	5.51
N° 4	4.750					

<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>	<b>8.34</b>
--	-------------

**OBSERVACIONES :**

- Relación usada: 1/3 (Espesor /Longitud).
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL.  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246514

## ANEXO 9 Informes de laboratorio, Diseño de mezcla asfáltica al 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de Cemento Asfáltico



R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																	
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
%	30	20	49	1	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5		
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla								6					6.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla							28.20						28.05			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla							46.06						45.82			
4	% Confitillo							18.80						18.70			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla							0.94						0.935			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc							1						1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc							2.6						2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc							2.632						2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk							2.561						2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc							3.15						3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																
12	Masa de la briqueta al aire (gr)					1169	1174	1177	1181	1175	1178	1181	1167	1167	1171		
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)					1170	1175	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1171		
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)					669	676	679	677	676	675	678	675	675	674		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)					501	499	498	504	500	503	504	493	493	497		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta					2.333	2.353	2.363	2.343	2.350	2.342	2.343	2.367	2.367	2.356		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)							2.45						2.41			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)					4.8	4.0	3.6	4.4	4.1	2.8	2.8	1.8	1.8	2.2		
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total							2.612						2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total							2.701						2.672			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado							1.26						0.85			
22	% de Asfalto Efectivo							4.82						5.70			
23	Relación Polvo/Asfalto							0.7						0.9			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.					16.0	15.3	15.0	15.7	15.4	16.2	16.1	15.3	15.3	15.7		
25	% Vacios llenos con C.A.					70.1	73.9	76.2	72.0	73.3	82.6	82.9	88.4	88.4	85.8		
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)					10.0	13.0	15.0	13.0	14.0	19.0	17.0	18.0	19.0	17.0		
27	Estabilidad sin corregir (Kg)					1656	1655	1696	1460	1320	1540	1522	1575	1568	1520		
28	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.04		
29	Estabilidad Corregida					1722	1721	1764	1518	1373	1602	1583	1717	1709	1581		
30	Estabilidad / Flujo					4373	3363	2987	2967	2491	2141	2365	2423	2285	2362		

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246974

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler		Total	Tamices ASTM					No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
%	30	20	49	1		100	% pasa Material	1"	3/4"	1/2"	3/8"							
								100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5		
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1	% C.A. en masa de la Mezcla								5.00								5.5	
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								28.50								28.35	
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								46.55								46.31	
4	% Confitillo								19.00								18.90	
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.95								0.95	
6	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1								1	
7	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6								2.6	
8	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632								2.632	
9	Peso específico del confitillo - bulk								2.561								2.561	
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15								3.15	
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1185	1197	1196	1196	1185	1220	1194	1200	1198	1201		
13	Masa de la briqueta al agua por 60´(gr)						1186	1198	1196	1197	1190	1226	1195	1201	1199	1212		
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						679	679	679	680	670	722	684	681	686	685		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						507	519	517	517	520	504	511	520	513	527		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta						2.337	2.306	2.313	2.313	2.279	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.48								2.47	
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						5.6	6.9	6.6	6.6	8.0	1.9	5.3	6.5	5.3	7.6		
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612								2.612	
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.685								2.697	
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								1.04								1.20	
22	% de Asfalto Efectivo								4.02								4.36	
23	Relación Polvo/Asfalto								0.6								0.7	
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						15.0	16.1	15.9	15.9	17.1	12.4	15.5	16.5	15.5	17.6		
25	% Vacios llenos con C.A.						62.6	57.5	58.6	58.6	53.5	84.9	65.9	60.9	65.6	56.6		
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						14.0	12.0	9.0	10.0	10.0	13.0	10.0	9.5	13.0	12.0		
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						2279	2295	2067	2123	2282	1876	1746	1715	1714	1600		
28	Factor de estabilidad						1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	0.96		
29	Estabilidad Corregida						2370	2295	2067	2123	2282	1951	1746	1715	1714	1536		
30	Estabilidad / Flujo						4300	4858	5834	5392	5796	3811	4435	4584	3349	3251		

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246674

### **INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2475.0	2482.0	2477.0	2469.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3671.0</b>	<b>3671.0</b>	<b>3673.0</b>	<b>3657.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1196.0</b>	<b>1189.0</b>	<b>1196.0</b>	<b>1188.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	483.0	482.0	488.0	493.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.476</b>	<b>2.467</b>	<b>2.451</b>	<b>2.410</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



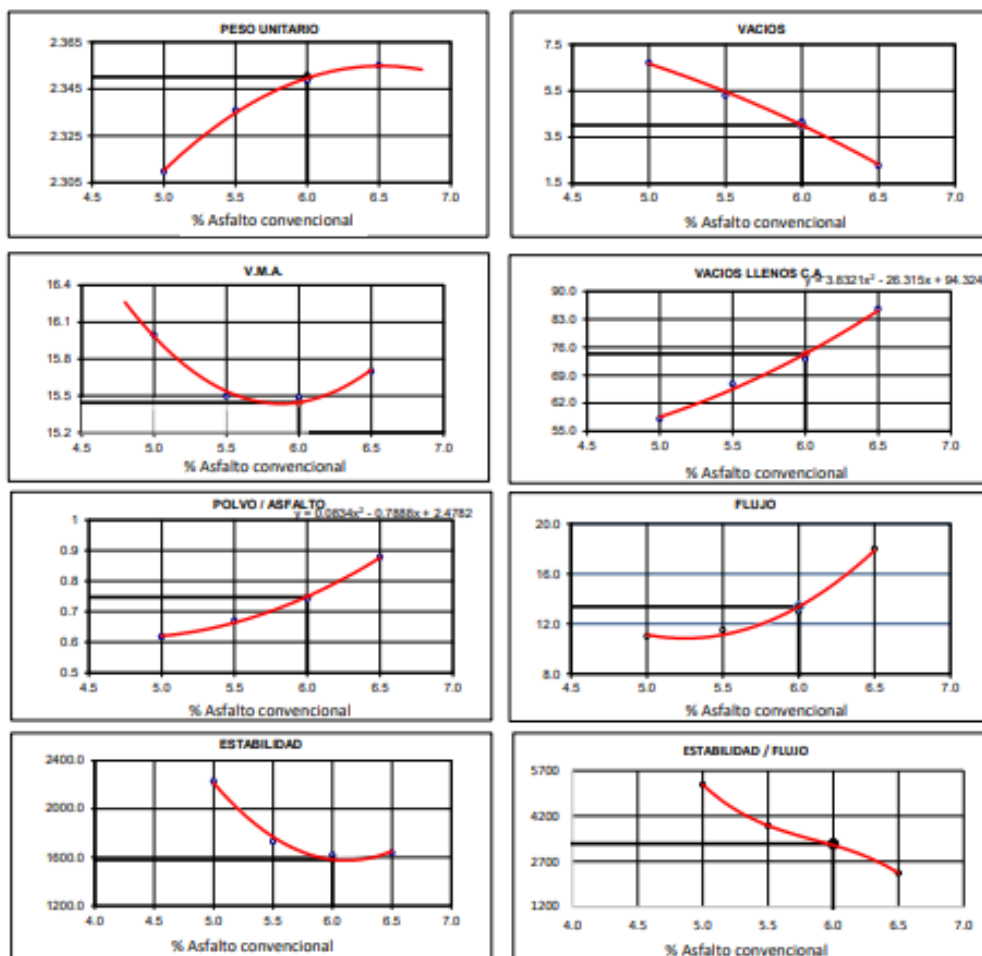
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246904

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.350	
VACIOS	4.0	3 - 5
V.M.A.	15.4	
V. I.L.C.A.	74.4	
POLVO / ASFALTO	0.75	0.6 - 1.3
FLUJO	13.4	8-16
ESTABILIDAD (psi)	15.5	8.15 kN.
ESTABILIDAD FLUJO	3282.8	1700 - 4000

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON ARTURO OLIVA AGUILAR  
TIC. INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 24596



**ANEXO 10 Informes de laboratorio, Diseño de mezcla asfáltica al 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de Cemento Asfáltico más fibras PET**



RNP - Servicios S0608589

Provincia de Lambayeque

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)**

AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	2%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	% C.A. en masa de la Mezcla									5.00					5.5		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla									28.50					28.35		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla									46.55					46.31		
4	% Confitillo									19.00					18.90		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla									0.95					0.95		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									1					1		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc									2.6					2.6		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									2.632					2.632		
9	Peso especifico del confitillo - bulk									2.561					2.561		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									3.15					3.15		
11	Altura promedio de la briqueta cm																
12	Masa de la briqueta al aire (gr)							1190	1192	1196	1196	1185	1220	1194	1200	1198	1201
13	Masa de la briqueta al agua por 60´(gr)							1191	1198	1196	1197	1190	1226	1195	1201	1199	1212
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)							684	684	685	687	670	722	684	681	686	685
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)							507	514	511	510	520	504	511	520	513	527
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta							2.347	2.319	2.341	2.345	2.279	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									2.51					2.45		
18	% de Vacios (ASTM D 3203)							6.5	7.6	6.8	6.6	9.2	1.3	4.7	5.9	4.8	7.0
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.612					2.612		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.727					2.678		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									1.62					0.94		
22	% de Asfalto Efectivo									3.46					4.61		
23	Relación Polvo/Asfalto									0.5					0.7		
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.							14.6	15.7	14.9	14.7	17.1	12.4	15.5	16.5	15.5	17.6
25	% Vacios llenos con C.A.							55.5	51.3	54.5	55.2	46.1	89.8	69.6	64.4	69.4	59.9
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)							14.0	12.0	9.0	10.0	10.0	13.0	10.0	9.5	13.0	12.0
27	Estabilidad sin corregir (Kg)							2279	2295	2067	2123	2282	1876	1746	1715	1714	1600
28	Factor de estabilidad							1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	0.96
29	Estabilidad Corregida							2370	2295	2067	2123	2282	1951	1746	1715	1714	1536
30	Estabilidad / Flujo							4300	4858	5834	5392	5796	3811	4435	4584	3349	3251

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP/ 246914

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																	
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	2%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5	
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla								6						6.5		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								28.20						28.05		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								46.06						45.82		
4	% Confitillo								18.80						18.70		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.94						0.94		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1						1		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6						2.6		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632						2.632		
9	Peso especifico del confitillo - bulk								2.561						2.561		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15						3.15		
11	Altura promedio de la briqueta cm																
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1169	1174	1177	1181	1175	1178	1181	1167	1167	1171	1171
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)						1170	1175	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1168	1171
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						669	676	679	677	676	675	678	675	675	674	674
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						501	499	498	504	500	503	504	493	493	493	497
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta						2.333	2.353	2.363	2.343	2.350	2.342	2.343	2.367	2.367	2.356	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.47						2.41		
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						5.4	4.6	4.2	5.0	4.7	2.8	2.8	1.8	1.8	2.2	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612						2.612		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.720						2.672		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								1.52						0.85		
22	% de Asfalto Efectivo								4.57						5.70		
23	Relación Polvo/Asfalto								0.7						0.9		
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						16.0	15.3	15.0	15.7	15.4	16.2	16.1	15.3	15.3	15.7	
25	% Vacios llenos con C.A.						66.5	70.1	72.2	68.3	69.6	82.6	82.9	88.4	88.4	85.8	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						10.0	13.0	15.0	13.0	14.0	19.0	17.0	18.0	19.0	17.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1656	1655	1696	1460	1320	1540	1522	1575	1568	1520	
28	Factor de estabilidad						1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.04
29	Estabilidad Corregida						1722	1721	1764	1518	1373	1602	1583	1717	1709	1581	
30	Estabilidad / Flujo						4373	3363	2987	2967	2491	2141	2365	2423	2285	2362	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P.I. 248504

## **INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 2.0%</b>					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2486.0	2477.0	2482.0	2469.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3671.0</b>	<b>3671.0</b>	<b>3673.0</b>	<b>3657.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1185.0</b>	<b>1194.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1188.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	472.0	487.0	483.0	493.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.511</b>	<b>2.452</b>	<b>2.466</b>	<b>2.410</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



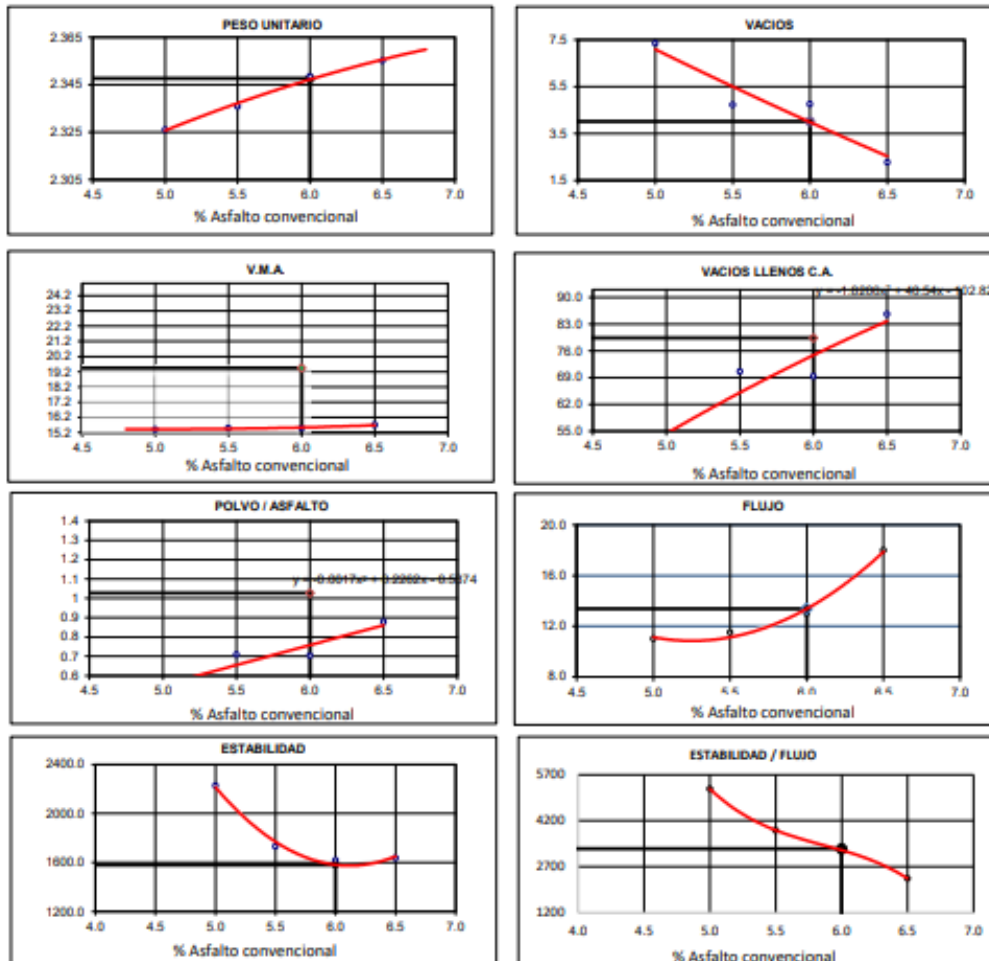
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246504

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL 2% PET**

	50	50
GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.348	
VACIOS	4.0	3 - 5
V.M.A.	19.4	
V. LL.C.A.	79.4	
POLVO / ASFALTO	1.03	0.6 - 1.3
FLUJO	13.4	8-16
ESTABILIDAD (mm)	15.5	8.15 kN.
ESTABILIDAD / FLUJO	3282.8	1700 - 4000

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON ARTURO OLIVA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL**  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 74444

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
%	30	20	49	1	100	3.5%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5		
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla									5.00					5.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								27.54						27.39			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								44.98						44.74			
4	% Confitillo								18.36						18.26			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.92						0.91			
6	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1						1			
7	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6						2.6			
8	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632						2.632			
9	Peso específico del confitillo - bulk								2.561						2.561			
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15						3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1185	1194	1196	1196	1185	1220	1194	1200	1198	1201	1199	1212
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)						1187	1197	1196	1197	1190	1226	1195	1201	1199	1212		
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						688	689	688	691	683	722	684	681	686	685		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						499	508	508	506	507	504	511	520	513	527		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta						2.375	2.350	2.354	2.364	2.337	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.50						2.45			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						5.1	6.1	5.9	5.5	6.6	1.2	4.7	5.8	4.7	7.0		
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612						2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.625						2.586			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								0.19						-0.39			
22	% de Asfalto Efectivo								4.83						5.85			
23	Relación Polvo/Asfalto								0.7						0.9			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						16.6	17.4	17.3	16.9	17.9	15.4	18.3	19.3	18.4	20.3		
25	% Vacios llenos con C.A.						69.3	65.2	65.8	67.3	63.1	92.1	74.6	69.8	74.4	65.6		
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						14.0	12.0	9.0	10.0	10.0	13.0	10.0	9.5	13.0	12.0		
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1540	1522	1575	1568	1520	1876	1746	1715	1714	1600		
28	Factor de estabilidad						1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	
29	Estabilidad Corregida						1602	1583	1638	1631	1581	1951	1746	1715	1714	1536		
30	Estabilidad / Flujo						2906	3350	4623	4142	4015	3811	4435	4584	3349	3251		

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246504

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																			
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	Total	Tamices ASTM		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
%	30	20	49	1	3.5%	100	% pasa Material		100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5		
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
1	% C.A. en masa de la Mezcla								6						6.5				
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								27.25						27.10				
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								44.50						44.27				
4	% Confitillo								18.16						18.07				
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.91						0.90				
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1						1				
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6						2.6				
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632						2.632				
9	Peso especifico del confitillo - bulk								2.561						2.561				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15						3.15				
11	Altura promedio de la briqueta cm																		
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1169	1174	1177	1181	1175	1178	1181	1167	1167	1167	1171	1171	
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)						1170	1175	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1168	1171	1171	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						669	676	679	677	676	675	678	678	675	675	674	674	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						501	499	498	504	500	503	504	493	493	493	497	497	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta						2.333	2.353	2.363	2.343	2.350	2.342	2.343	2.367	2.367	2.367	2.356	2.356	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.46						2.47				
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						5.3	4.6	4.1	4.9	4.7	5.2	5.1	4.2	4.2	4.2	4.6	4.6	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612						2.612				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.627						2.658				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								0.22						0.66				
22	% de Asfalto Efectivo								5.80						5.91				
23	Relación Polvo/Asfalto								0.9						0.9				
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						18.9	18.2	17.8	18.5	18.3	19.0	19.0	18.1	18.1	18.1	18.5	18.5	
25	% Vacios llenos con C.A.						71.7	75.0	76.9	73.4	74.5	72.8	73.0	77.1	77.1	77.1	75.1	75.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						10.0	13.0	15.0	13.0	14.0	19.0	17.0	18.0	19.0	17.0	17.0	17.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1656	1655	1696	1460	1320	1950	1895	1914	1927	1882	1882	1882	1882
28	Factor de estabilidad						1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida						1722	1721	1764	1518	1373	2028	1971	2086	2100	1957	1957	1957	1957
30	Estabilidad / Flujo						4373	3363	2987	2967	2491	2711	2945	2944	2808	2924	2924	2924	2924

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 248594

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.


<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 3.5%</b>					
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2484.0	2478.0	2481.0	2483.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3670.0</b>	<b>3669.0</b>	<b>3674.0</b>	<b>3666.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1186.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1193.0</b>	<b>1183.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	474.0	486.0	484.0	479.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.502</b>	<b>2.451</b>	<b>2.465</b>	<b>2.470</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



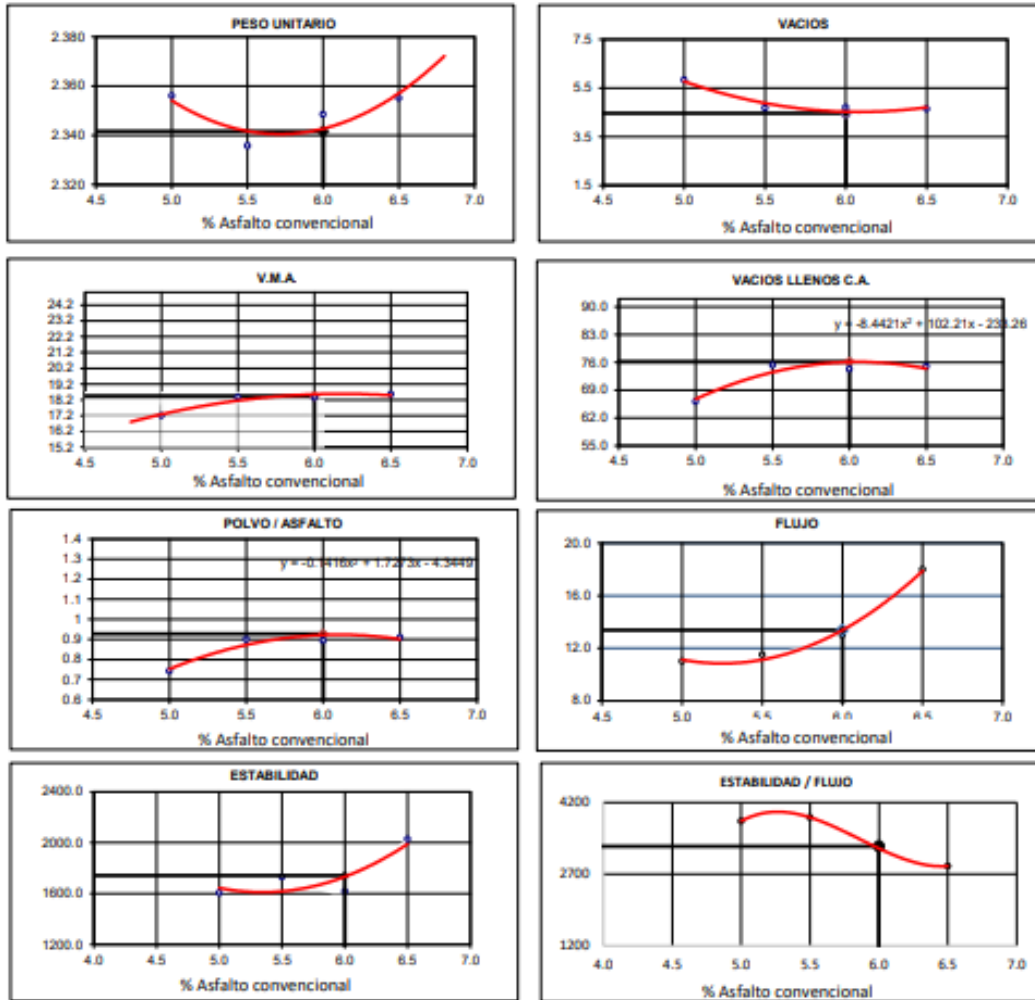
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246504

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL 3.5% PET**

GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.342	
VACIOS	4.5	3 - 5
V.M.A.	18.4	
V.L.L.C.A.	76.2	
POLVO / ASFALTO	0.93	0.6 - 1.3
FLUJO	13.4	8-16
ESTABILIDAD (mm)	17.1	8.15 kN.
ESTABILIDAD / FLUJO	3282.8	1700 - 4000

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLUYRA AGUILAR  
T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 248944



Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																	
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	PET	Tamices ASTM					No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	5.0%	% pasa Material	1"	3/4"	1/2"	3/8"						
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla								5.00					5.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								27.54					27.39			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								44.98					44.74			
4	% Confitillo								18.36					18.26			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.92					0.91			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1					1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6					2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632					2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk								2.561					2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15					3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1170	1184	1186	1170	1185	1220	1194	1200	1198	1201	
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)						1174	1199	1196	1203	1198	1226	1195	1201	1199	1212	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						630	689	688	691	683	722	684	681	686	685	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						544	510	508	512	515	504	511	520	513	527	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta						2.151	2.322	2.335	2.285	2.301	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.53					2.42			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						11.0	4.3	4.3	4.6	4.5	3.5	3.3	4.5	3.3	5.7	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612					2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.664					2.544			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								0.74					-1.03			
22	% de Asfalto Efectivo								4.32					6.44			
23	Relación Polvo/Asfalto								0.7					1.0			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						24.4	18.4	18.0	19.7	19.1	15.4	18.3	19.3	18.4	20.3	
25	% Vacios llenos con C.A.						55.0	76.9	76.3	76.7	76.5	77.3	82.1	76.9	81.9	72.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						14.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	11.0	10.0	11.0	11.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1440	1502	1515	1508	1360	1496	1456	1485	1394	1390	
28	Factor de estabilidad						0.93	1.00	1.04	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	0.96	
29	Estabilidad Corregida						1339	1502	1576	1508	1360	1555	1456	1485	1394	1334	
30	Estabilidad / Flujo						2430	3179	3335	3192	2879	3292	3362	3771	3219	3081	

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246514

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
%	30	20	49	1	5.0%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5		
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla																	
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								27.25						27.10			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								44.50						44.27			
4	% Confitillo								18.16						18.07			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.91						0.90			
6	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1						1			
7	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6						2.6			
8	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632						2.632			
9	Peso específico del confitillo - bulk								2.561						2.561			
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15						3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1170	1176	1178	1182	1176		1188	1181	1167	1167	1191	
13	Masa de la briqueta al agua por 60´(gr)						1170	1175	1177	1181	1176		1178	1182	1168	1168	1171	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						669	676	679	677	676		675	678	675	675	674	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						501	499	498	504	500		503	504	493	493	497	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta						2.335	2.357	2.365	2.345	2.352		2.362	2.343	2.367	2.367	2.396	
17	Peso Específico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.45						2.48			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						4.9	4.0	3.6	4.5	4.2		4.8	5.5	4.6	4.6	3.4	
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								2.612						2.612			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total								2.614						2.671			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								0.03						0.85			
22	% de Asfalto Efectivo								5.97						5.74			
23	Relación Polvo/Asfalto								0.9						0.9			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						18.8	18.1	17.8	18.5	18.2		18.3	19.0	18.1	18.1	17.1	
25	% Vacios llenos con C.A.						74.1	77.9	79.5	75.8	77.0		74.0	70.9	74.9	74.9	80.3	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						12.0	14.0	18.0	19.0	16.0		23.0	22.0	21.0	22.0	19.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1686	1685	1746	1490	1380		1950	1895	1914	1927	1882	
28	Factor de estabilidad						1.04	1.04	1.04	1.04	1.04		1.04	1.04	1.09	1.09	1.04	
29	Estabilidad Corregida						1753	1752	1816	1550	1435		2028	1971	2086	2100	1957	
30	Estabilidad / Flujo						3710	3179	2562	2072	2278		2240	2275	2523	2425	2617	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
T.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246644

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 5.0%</b>					
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2490.0	2471.0	2479.0	2485.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3676.0</b>	<b>3662.0</b>	<b>3672.0</b>	<b>3668.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1186.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1193.0</b>	<b>1183.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	468.0	493.0	486.0	477.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.534</b>	<b>2.416</b>	<b>2.455</b>	<b>2.480</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



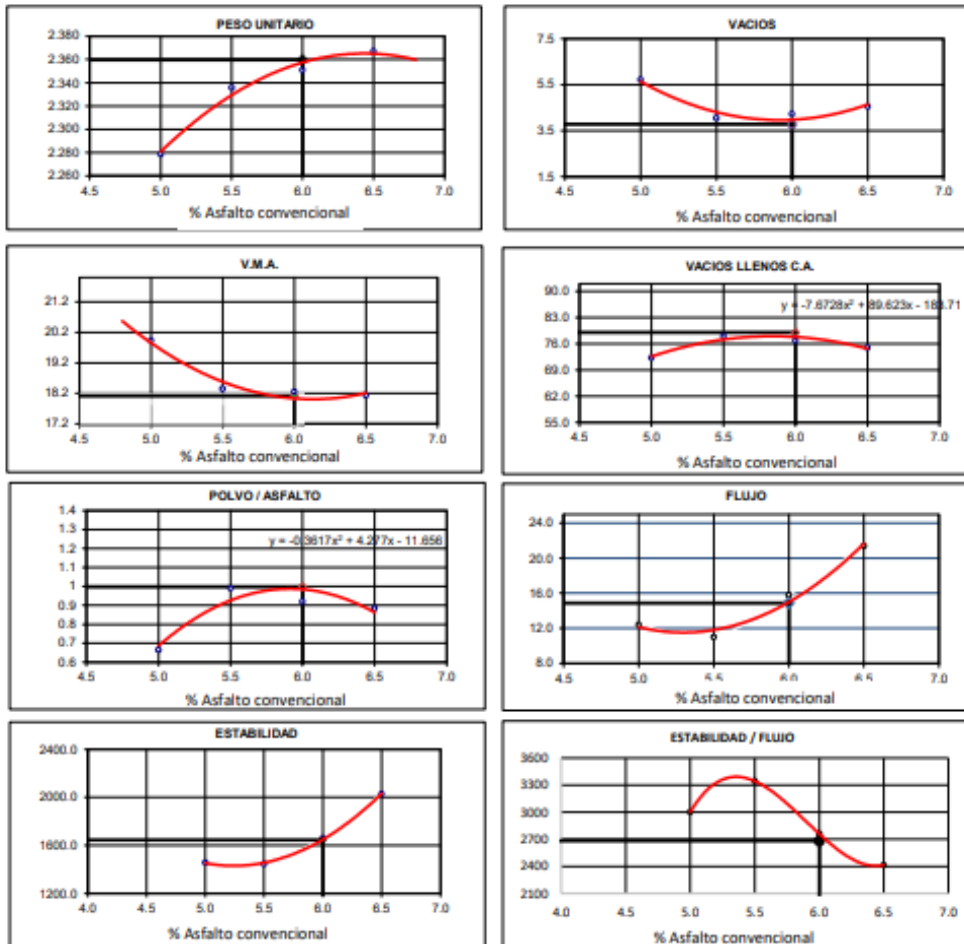
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP/ 246904

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL 5% PET**

GOLPES	50
% C.A.	6.00
P. UNITARIO	2.360
VACIOS	3.8
V.M.A.	18.1
V.LL.C.A.	79.0
POLVO / ASFALTO	1.00
FLUJO	14.9
ESTABILIDAD (min)	16.1
ESTABILIDAD / FLUJO	2682.8

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON ARTURO CLAYA AGUILAR  
 TEG. INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL**  
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246594

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																	
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	6.5%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5	
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla								5.00						5.5		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								26.76						26.62		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								43.71						43.48		
4	% Confitillo								17.84						17.75		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.89						0.89		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1						1		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6						2.6		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632						2.632		
9	Peso especifico del confitillo - bulk								2.561						2.561		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15						3.15		
11	Altura promedio de la briqueta cm																
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1170	1184	1186	1170	1185	1220	1194	1200	1198	1201	
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)						1174	1199	1196	1203	1198	1226	1195	1201	1199	1212	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						630	689	688	691	683	722	684	681	686	685	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						544	510	508	512	515	504	511	520	513	527	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta						2.151	2.322	2.335	2.285	2.301	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.54						2.40		
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						11.0	4.3	4.3	4.6	4.5	3.5	2.7	3.9	2.7	5.1	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612						2.612		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.591						2.454		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								-0.31						-2.47		
22	% de Asfalto Efectivo								5.28						7.69		
23	Relación Polvo/Asfalto								0.8						0.9		
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						22.0	21.6	22.0	21.1	21.9	17.8	20.6	21.6	20.7	22.6	
25	% Vacios llenos con C.A.						50.0	80.3	80.7	78.2	79.5	80.3	87.1	82.1	86.9	77.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						14.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	11.0	10.0	11.0	11.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1440	1502	1515	1508	1360	1496	1456	1485	1394	1390	
28	Factor de estabilidad						0.93	1.00	1.04	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	0.96	
29	Estabilidad Corregida						1339	1502	1576	1508	1360	1555	1456	1485	1394	1334	
30	Estabilidad / Flujo						2430	3179	3335	3192	2879	3292	3362	3771	3219	3081	

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P.I. 246504

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																	
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	6.5%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5	
BRIQUETA N°							1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla								6					6.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla								26.48					26.34			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla								43.25					43.02			
4	% Confitillo								17.65					17.56			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla								0.88					0.88			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								1					1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								2.6					2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								2.632					2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk								2.561					2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								3.15					3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																
12	Masa de la briqueta al aire (gr)						1170	1176	1178	1182	1176	1188	1181	1167	1167	1167	1191
13	Masa de la briqueta al agua por 60'(gr)						1170	1175	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1168	1171
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)						669	676	679	677	676	675	678	675	675	674	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						501	499	498	504	500	503	504	493	493	493	497
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta						2.335	2.357	2.365	2.345	2.352	2.382	2.363	2.387	2.387	2.387	2.416
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								2.46					2.49			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)						5.0	4.1	3.8	4.6	4.3	4.2	4.9	4.0	4.0	2.8	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								2.612					2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								2.545					2.602			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								-1.02					-0.14			
22	% de Asfalto Efectivo								6.90					6.63			
23	Relación Polvo/Asfalto								1.1					1.1			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.						21.1	20.4	20.1	20.8	20.5	19.9	20.6	19.8	19.8	19.8	18.8
25	% Vacios llenos con C.A.						84.0	79.8	81.3	82.2	79.0	84.1	76.1	88.3	86.4	85.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)						12.0	14.0	18.0	19.0	16.0	23.0	22.0	21.0	22.0	19.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)						1686	1685	1746	1490	1380	1950	1895	1914	1927	1882	
28	Factor de estabilidad						1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.04	
29	Estabilidad Corregida						1753	1752	1816	1550	1435	2028	1971	2086	2100	1957	
30	Estabilidad / Flujo						3710	3179	2562	2072	2278	2240	2275	2523	2425	2617	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 7465714

### **INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>6.50%</b>					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2492.0	2467.0	2478.0	2486.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3674.0</b>	<b>3660.0</b>	<b>3675.0</b>	<b>3669.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1182.0</b>	<b>1193.0</b>	<b>1197.0</b>	<b>1183.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	466.0	497.0	487.0	476.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 )	<b>2.536</b>	<b>2.400</b>	<b>2.458</b>	<b>2.485</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



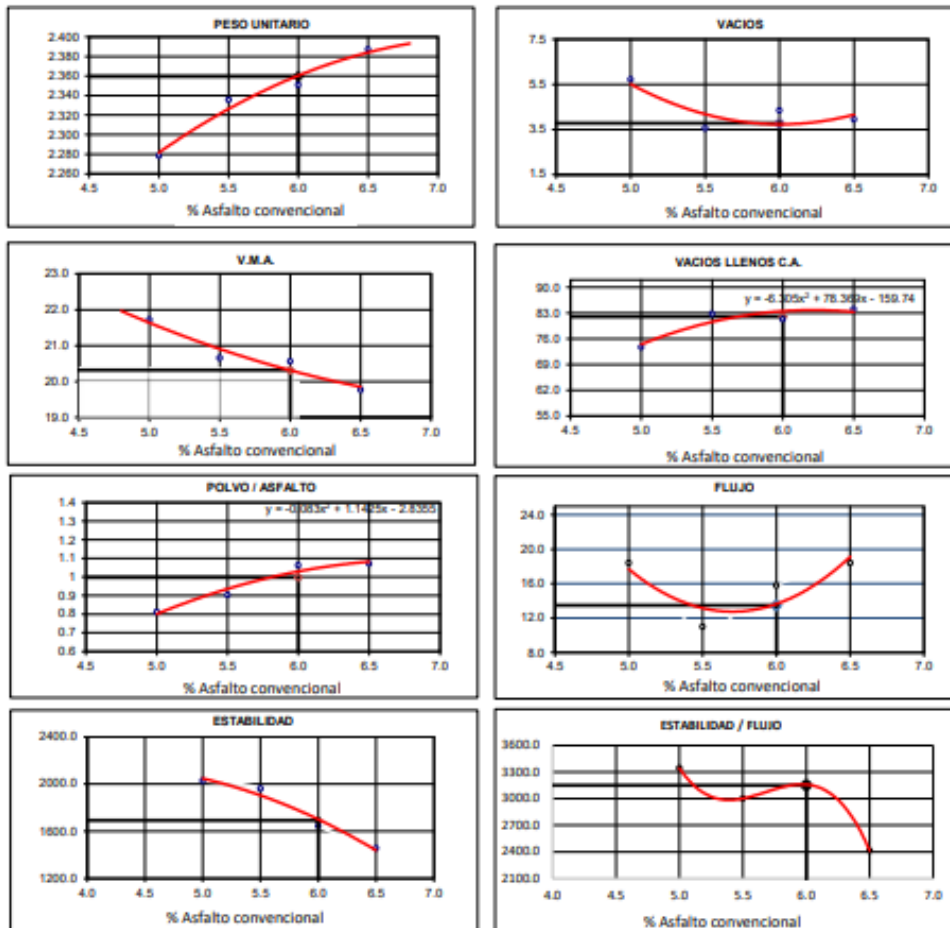
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246504

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL 6.5% PET**

GOBRES	50
% C.A.	6.00
P. UNITARIO	2.360
VACIOS	3.8
V.M.A.	20.3
V. LL.C.A.	82.0
POLVO / ASFALTO	1.00
FLUJO	13.5
ESTABILIDAD (mm)	16.6
ESTABILIDAD FLUJO	3152.8

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON ARTURO OLIVERIA AGUILAR  
ING. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL**  
MIGUEL ÁNGEL RUBE PERALES  
INGENIERO CIVIL



**ANEXO 11 Informes de laboratorio, Diseño de mezcla asfáltica al 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de Cemento Asfáltico con óptimo de las fibras PET mas 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% de HDPE.**



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	HDPET	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	1.50%	3.5%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla									5.00					5.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla									27.14					27.00			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla									44.33					44.10			
4	% Confitillo									18.10					18.00			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla									0.90					0.89			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									1					1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc									2.6					2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									2.632					2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk									2.561					2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									3.15					3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)							1187	1196	1190	1196	1185	1188	1194	1174	1193	1187	
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)							1187	1197	1191	1197	1190	1188	1195	1195	1195	1198	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)							688	689	688	691	683	665	684	691	681	688	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)							499	508	503	506	507	523	511	504	514	510	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta							2.379	2.354	2.366	2.364	2.337	2.272	2.337	2.329	2.321	2.327	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									2.40					2.35			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)							2.9	3.9	3.5	3.5	3.6	3.5	2.7	4.0	3.4	5.1	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.612					2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.468					2.433			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									-2.23					-2.82			
22	% de Asfalto Efectivo									7.02					8.03			
23	Relación Polvo/Asfalto									1.1					1.2			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.							17.6	18.5	18.1	18.1	19.1	21.7	19.5	19.7	20.0	19.8	
25	% Vacios llenos con C.A.							83.4	78.7	80.9	80.4	80.9	83.9	86.0	79.6	83.1	74.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)							14.0	12.0	9.0	10.0	10.0	13.0	10.0	9.5	13.0	12.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)							1540	1522	1575	1568	1520	1876	1746	1715	1714	1600	
28	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.96	1.00	1.04	1.00	1.00	
29	Estabilidad Corregida							1602	1583	1638	1631	1581	1800	1746	1783	1714	1600	
30	Estabilidad / Flujo							2906	3350	4623	4142	4015	3518	4435	4767	3349	3387	

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
INGENIERO CIVIL  
CIP 746604


LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 746604

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	HDPET	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	3.5%	1.50%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla									6					6.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla									26.86					26.71			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla									43.87					43.63			
4	% Confitillo									17.90					17.81			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla									0.90					0.89			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									1					1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc									2.6					2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									2.632					2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk									2.561					2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									3.15					3.15			
11	Altura promedio de la briqueeta cm																	
12	Masa de la briqueeta al aire (gr)							1179	1154	1177	1181	1175	1178	1181	1167	1167	1171	
13	Masa de la briqueeta al agua por 60´ (gr)							1179	1155	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1171	
14	Masa de la briqueeta desplazada (gr)							669	676	679	677	676	675	678	675	675	674	
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)							510	479	498	504	500	503	504	493	493	497	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta							2.312	2.409	2.363	2.343	2.350	2.342	2.343	2.367	2.367	2.356	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									2.41					2.42			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)							4.3	2.2	5.1	7.0	2.7	4.2	4.1	3.2	3.2	3.6	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.612					2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.528					2.556			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									-1.27					-0.84			
22	% de Asfalto Efectivo									7.14					7.25			
23	Relación Polvo/Asfalto									1.1					1.1			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.							20.8	17.4	19.0	19.7	19.5	20.2	20.1	19.3	19.3	19.7	
25	% Vacios llenos con C.A.							79.4	87.2	73.0	64.6	86.2	79.2	79.4	83.7	83.7	81.7	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)							11.0	14.0	11.0	12.0	13.0	17.0	19.0	15.0	19.0	18.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)							1845	1821	1902	1654	1674	1990	2102	1962	1989	2050	
28	Factor de estabilidad							1.00	1.14	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.04	
29	Estabilidad Corregida							1845	2076	1978	1720	1741	2070	2186	2139	2168	2132	
30	Estabilidad / Flujo							4260	3766	4568	3641	3402	3092	2922	3621	2898	3008	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 746574

### **INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 3.5% + 1.5% HDPE</b>					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2464.0	2458.0	2471.0	2473.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3650.0</b>	<b>3649.0</b>	<b>3664.0</b>	<b>3656.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1186.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1193.0</b>	<b>1183.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	494.0	506.0	494.0	489.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.401</b>	<b>2.354</b>	<b>2.415</b>	<b>2.419</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



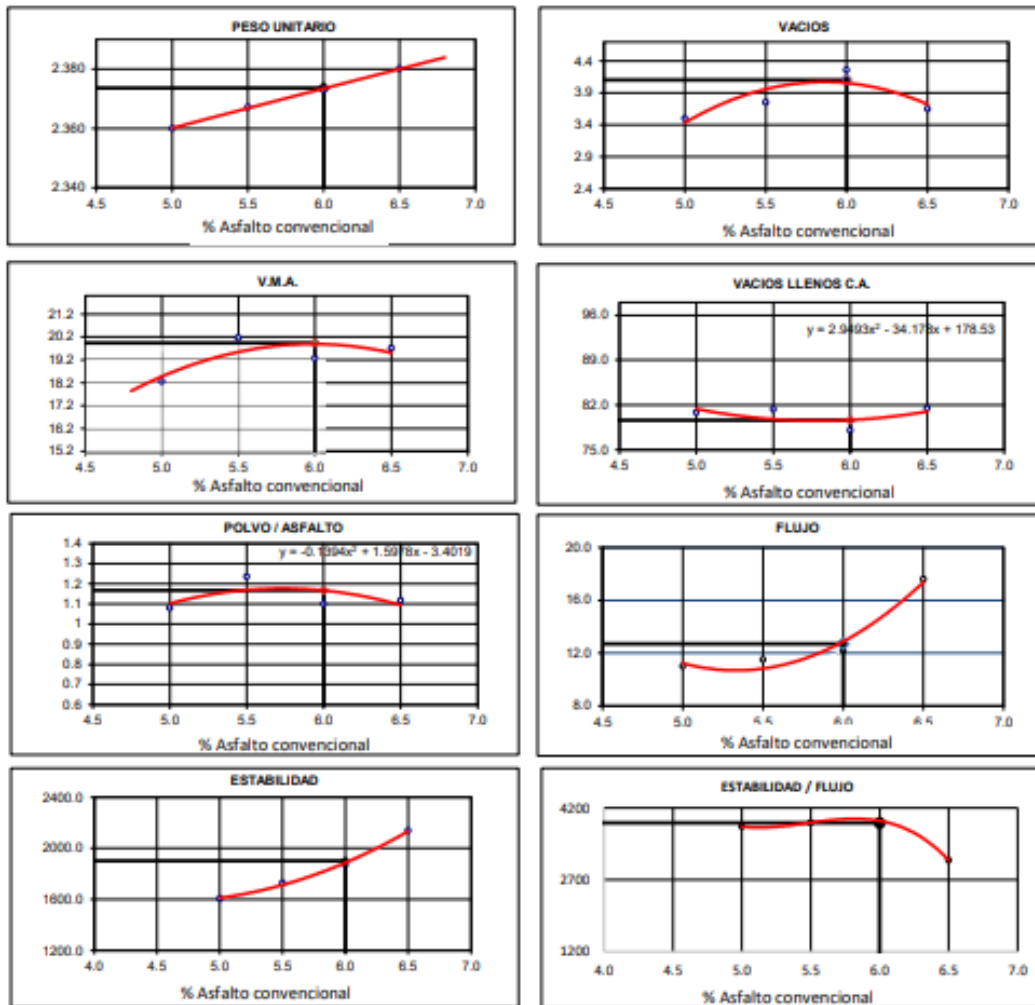
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERISTICAS MARSHALL 3.6% PET + 1.6% HDPE**

	50	50
GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.374	
VACIOS	4.1	3 - 5
V.M.A.	19.9	
V.LL.C.A.	79.6	
POLVO / ASFALTO	1.17	0.6 - 1.3
FLUJO	12.7	8-16
ESTABILIDAD (mín)	18.7	8.15 KN.
ESTABILIDAD / FLUJO	3882.8	1700 - 4000

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
T.C. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL**  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246574

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	HDPET	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	2.50%	3.5%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla										5.00				5.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla										26.89				26.75			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla										43.92				43.68			
4	% Confitillo										17.92				17.83			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla										0.90				0.89			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc										1				1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc										2.6				2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc										2.632				2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk										2.561				2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc										3.15				3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)								1185	1194	1196	1196	1185	1220	1194	1200	1198	1201
13	Masa de la briqueta al agua por 60'(gr)								1187	1197	1196	1197	1190	1226	1195	1201	1199	1212
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)								655	689	688	691	683	722	684	681	686	685
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)								532	508	508	506	507	504	511	520	513	527
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta								2.227	2.350	2.354	2.364	2.337	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)										2.51							2.46
18	% de Vacios (ASTM D 3203)								11.3	6.4	6.2	5.9	6.9	1.5	5.0	6.1	5.0	7.3
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total										2.612						2.612	
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total										2.573						2.535	
21	Asfalto Absorbido por el Agregado										-0.58						-1.17	
22	% de Asfalto Efectivo										5.52						6.54	
23	Relación Polvo/Asfalto										0.8						1.0	
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.								23.6	19.4	19.2	18.9	19.8	17.4	20.3	21.2	20.3	22.2
25	% Vacios llenos con C.A.								52.2	67.0	67.6	69.0	65.1	91.1	75.5	71.1	75.3	67.1
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)								14.0	12.0	9.0	10.0	10.0	13.0	10.0	9.5	13.0	12.0
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								1740	1722	1675	1668	1620	1816	1746	1715	1714	1600
28	Factor de estabilidad								0.96	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.00	0.96
29	Estabilidad Corregida								1670	1791	1742	1735	1685	1888	1746	1715	1714	1536
30	Estabilidad / Flujo								3031	3791	4916	4406	4279	3689	4435	4584	3349	3251

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 746994

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	HDPET	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	3.5%	2.50%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla									6					6.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla									26.60					26.46			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla									43.45					43.22			
4	% Confitillo									17.74					17.64			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla									0.89					0.88			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									1					1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc									2.6					2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									2.632					2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk									2.561					2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									3.15					3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)							1169	1174	1177	1181	1175	1178	1181	1167	1167	1171	
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)							1170	1175	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1171	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)							669	676	679	677	676	675	678	675	675	674	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)							501	499	498	504	500	503	504	493	493	497	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta							2.333	2.353	2.363	2.343	2.350	2.342	2.343	2.367	2.367	2.356	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									2.46					2.47			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)							5.2	4.4	4.0	4.8	4.5	5.2	5.1	4.2	4.2	4.6	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.612					2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.560					2.595			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									-0.78					-0.25			
22	% de Asfalto Efectivo									6.69					6.72			
23	Relación Polvo/Asfalto									1.0					1.0			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.							20.8	20.1	19.8	20.4	20.2	20.9	20.9	20.1	20.1	20.4	
25	% Vacios llenos con C.A.							75.1	78.2	80.0	76.7	77.7	75.3	75.5	79.3	79.3	77.5	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)							14.0	13.0	15.0	16.0	17.0	19.0	17.0	18.0	19.0	17.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)							1656	1655	1696	1460	1320	1850	1825	1714	1827	1782	
28	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.04	
29	Estabilidad Corregida							1722	1721	1764	1518	1373	1924	1898	1868	1991	1853	
30	Estabilidad / Flujo							3124	3363	2987	2410	2051	2572	2836	2636	2662	2769	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 24894

### **INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 3.5% + 2.5% HDPE</b>					
MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2486.0	2480.0	2481.0	2483.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3671.0</b>	<b>3670.0</b>	<b>3672.0</b>	<b>3666.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1185.0</b>	<b>1190.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1183.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	472.0	484.0	484.0	479.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.511</b>	<b>2.459</b>	<b>2.461</b>	<b>2.470</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

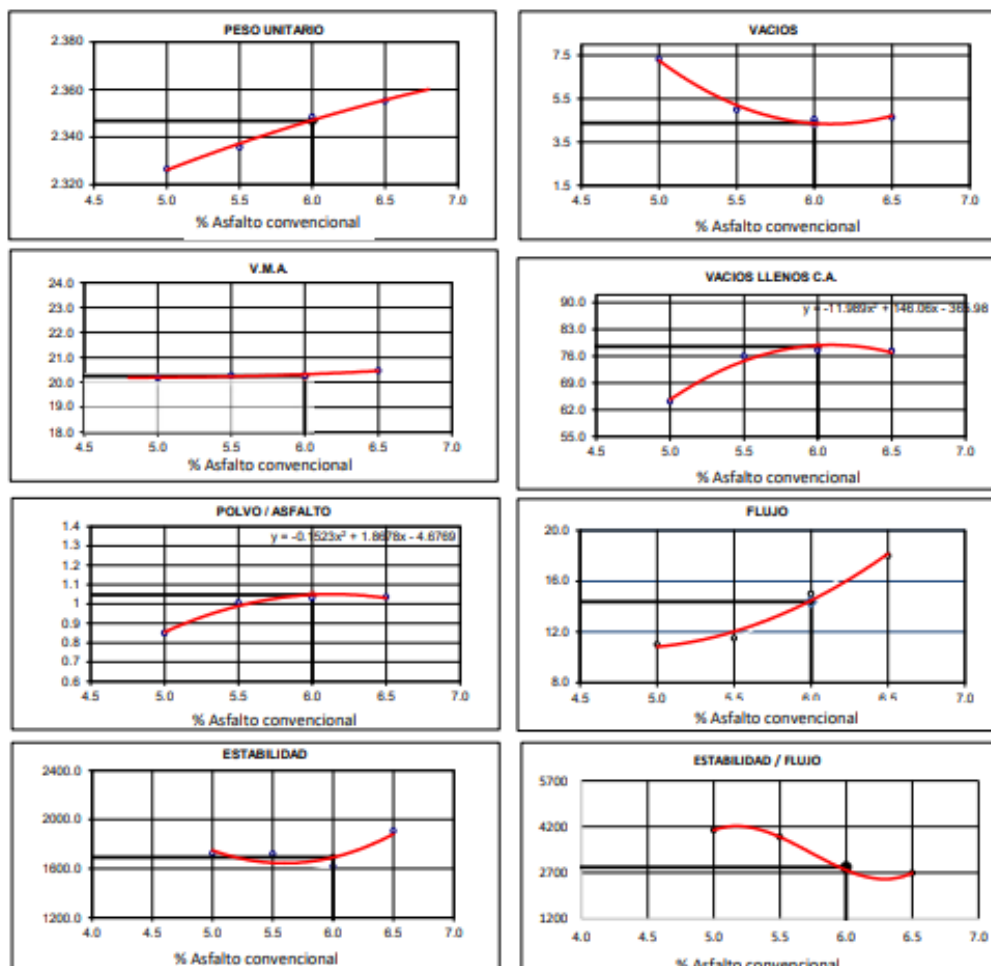
- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

  
 **LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP/ 246904

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL 3.6% PET + 2.6% HDPE**

GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.347	
VACIOS	4.4	3 - 5
V.M.A.	20.2	
V.LL.C.A.	78.5	
POLVO / ASFALTO	1.05	0.8 - 1.3
FLUJO	14.4	8-16
ESTABILIDAD (mín)	16.6	8.15 kN.
ESTABILIDAD/FLUJO	2882.8	1700 - 4000

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
ING. EN CIENCIAS DE INGENIERÍA Y SUDOR



**LEMS W&C EIRL**  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 240574



Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	HDPE	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	3.50%	3.5%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5	
BRIQUETA N°									1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	% C.A. en masa de la Mezcla										5.00					5.5		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla										26.64					27.39		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla										43.50					44.74		
4	% Confitillo										17.76					18.26		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla										0.89					0.91		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc										1					1		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc										2.6					2.6		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc										2.632					2.632		
9	Peso especifico del confitillo - bulk										2.561					2.561		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc										3.15					3.15		
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)								1184	1192	1196	1196	1185	1203	1184	1191	1197	1201
13	Masa de la briqueta al agua por 60´(gr)								1187	1197	1196	1197	1191	1206	1187	1192	1199	1212
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)								689	691	689	691	683	698	686	679	681	685
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)								498	506	507	506	508	508	501	513	518	527
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta								2.378	2.356	2.359	2.364	2.333	2.368	2.363	2.322	2.311	2.279
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)										2.41					2.38		
18	% de Vacios (ASTM D 3203)								1.4	2.3	2.1	1.9	3.2	0.6	0.8	2.5	3.0	4.3
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total										2.612					2.612		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total										2.434					2.503		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado										-2.81					-1.67		
22	% de Asfalto Efectivo										7.49					7.03		
23	Relación Polvo/Asfalto										1.2					1.1		
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.								19.2	19.9	19.8	19.7	20.7	17.2	17.4	18.9	19.2	20.3
25	% Vacios llenos con C.A.								92.9	88.6	89.2	90.1	84.4	96.6	95.5	86.6	84.5	78.7
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)								15.0	15.0	11.0	16.0	15.0	14.0	11.0	10.0	13.0	15.0
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								1340	1422	1375	1568	1420	1876	1746	1715	1714	1600
28	Factor de estabilidad								1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	0.96
29	Estabilidad Corregida								1394	1479	1430	1631	1477	1951	1816	1715	1714	1536
30	Estabilidad / Flujo								2360	2504	3302	2589	2501	3539	4193	4355	3349	2601

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
T.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 746004

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	HDPE	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	3.5%	3.50%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla									6						6.5		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla									27.25						27.10		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla									44.50						44.27		
4	% Confitillo									18.16						18.07		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla									0.91						0.90		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									1						1		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc									2.6						2.6		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									2.632						2.632		
9	Peso especifico del confitillo - bulk									2.561						2.561		
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									3.15						3.15		
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)							1179	1170	1175	1179	1174	1178	1181	1167	1167	1171	
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)							1180	1175	1177	1181	1177	1178	1182	1168	1168	1171	
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)							669	675	678	675	676	675	678	675	675	674	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)							511	500	499	506	501	503	504	493	493	497	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta							2.307	2.340	2.355	2.330	2.343	2.342	2.343	2.367	2.367	2.356	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									2.49						2.53		
18	% de Vacios (ASTM D 3203)							7.2	5.9	5.3	6.3	5.7	7.6	7.5	6.6	6.6	7.0	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.612						2.612		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.653						2.740		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									0.59						1.78		
22	% de Asfalto Efectivo									5.47						4.89		
23	Relación Polvo/Asfalto									0.8						0.8		
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.							19.8	18.6	18.1	19.0	18.5	19.0	19.0	18.1	18.1	18.5	
25	% Vacios llenos con C.A.							63.8	68.6	71.0	67.1	69.1	60.3	60.4	63.8	63.8	62.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)							10.0	13.0	15.0	13.0	14.0	19.0	17.0	18.0	19.0	17.0	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)							1676	1675	1716	1560	1420	2050	1995	1980	1990	1882	
28	Factor de estabilidad							1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.04	
29	Estabilidad Corregida							1676	1742	1785	1622	1477	2132	2075	2158	2169	1957	
30	Estabilidad / Flujo							4256	3404	3022	3170	2679	2850	3100	3045	2900	2924	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246994

### INFORME

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 3.5% + 3.5% HDPE</b>					
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2466.0	2464.0	2485.0	2495.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3652.0</b>	<b>3655.0</b>	<b>3678.0</b>	<b>3678.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1186.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1193.0</b>	<b>1183.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	492.0	500.0	480.0	467.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) /	<b>2.411</b>	<b>2.382</b>	<b>2.485</b>	<b>2.533</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 248994

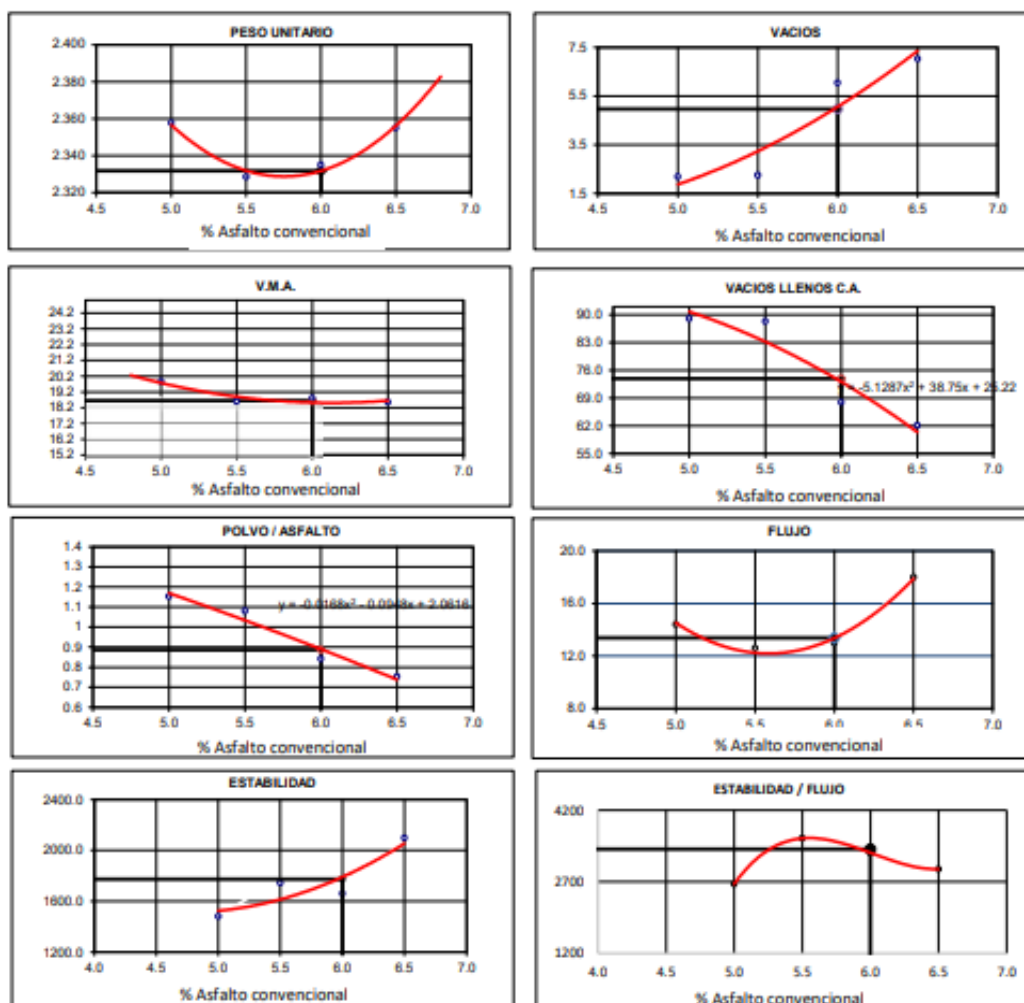
**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL 3.6% PET + 3.6% HDPE**

GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.332	
VACIOS	5.0	3 - 5
V.M.A.	18.6	
V. LL.C.A.	73.9	
POLVO / ASFALTO	0.89	0.6 - 1.3
FLUJO	13.4	8-16
ESTABILIDAD (mm)	17.4	8.15 kN.
ESTABILIDAD FLUJO	3382.8	1700 - 4000

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL**  
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246974

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																		
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	Total	HDPE	PET	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
%	30	20	49	1	100	4.50%	3.5%	% pasa Material	100	100	95.6	86.1	65.1	42.2	21.7	13.4	6.5	
BRIQUETA N°								1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla										5.00				5.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla										27.54				27.39			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla										44.98				44.74			
4	% Confitillo										18.36				18.26			
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla										0.95				0.91			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc										1				1			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc										2.6				2.6			
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc										2.632				2.632			
9	Peso especifico del confitillo - bulk										2.561				2.561			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc										3.15				3.15			
11	Altura promedio de la briqueta cm																	
12	Masa de la briqueta al aire (gr)								1190	1192	1196	1196	1185	1220	1194	1200	1198	1201
13	Masa de la briqueta al agua por 60' (gr)								1191	1198	1196	1197	1190	1226	1195	1201	1199	1212
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)								684	684	685	687	670	722	684	681	686	685
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)								507	514	511	510	520	504	511	520	513	527
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta								2.347	2.319	2.341	2.345	2.279	2.421	2.337	2.308	2.335	2.279
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)										2.45				2.44			
18	% de Vacios (ASTM D 3203)								4.1	5.3	4.4	4.2	6.9	0.7	4.1	5.3	4.2	6.5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total										2.612				2.612			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total										2.562				2.569			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado										-0.76				-0.64			
22	% de Asfalto Efectivo										5.70				6.09			
23	Relación Polvo/Asfalto										0.9				0.9			
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.								17.5	18.5	17.7	17.6	19.9	15.4	18.3	19.3	18.4	20.3
25	% Vacios llenos con C.A.								76.4	71.4	75.2	76.0	65.2	95.7	77.6	72.6	77.3	68.2
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)								14.0	12.0	9.0	10.0	10.0	13.0	10.0	9.5	13.0	12.0
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								2279	2295	2067	2123	2282	1876	1746	1715	1714	1600
28	Factor de estabilidad								1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	0.96
29	Estabilidad Corregida								2370	2295	2067	2123	2282	1951	1746	1715	1714	1536
30	Estabilidad / Flujo								4300	4858	5834	5392	5796	3811	4435	4584	3349	3251

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 746974

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Jueves, 05 de octubre del 2023.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																			
AGREGADOS	Piedra	Confitillo	Arena	Filler	PET	HDPE	Total	Tamices ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200		
%	30	20	49	1	3.5%	4.50%	100	% pasa Material	100	100	99.4	74.0	64.7	45.6	22.7	15.5	6.5		
BRIQUETA N°									1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	% C.A. en masa de la Mezcla									6						6.5			
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla									27.25						27.10			
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla									44.50						44.27			
4	% Confitillo									18.16					18.07				
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla									0.91					0.90				
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc									1					1				
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc									2.6					2.6				
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									2.632					2.632				
9	Peso especifico del confitillo - bulk									2.561					2.561				
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									3.15					3.15				
11	Altura promedio de la briqueta cm																		
12	Masa de la briqueta al aire (gr)							1169	1171	1170	1181	1175	1178	1181	1167	1167	1167	1171	1171
13	Masa de la briqueta al agua por 60'(gr)							1170	1175	1177	1181	1176	1178	1182	1168	1168	1168	1171	1171
14	Masa de la briqueta desplazada (gr)							669	670	679	667	674	675	678	675	675	675	674	674
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)							501	505	498	514	502	503	504	493	493	493	497	497
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta							2.333	2.319	2.349	2.298	2.341	2.342	2.343	2.367	2.367	2.367	2.356	2.356
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									2.39					2.41				
18	% de Vacios (ASTM D 3203)							2.4	3.0	1.8	3.9	2.1	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.4	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									2.612					2.612				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									2.536					2.588				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									-1.15					-0.36				
22	% de Asfalto Efectivo									7.05					6.83				
23	Relación Polvo/Asfalto									1.1					1.1				
24	Volumen del Agregado Mineral - V.M.A.							18.9	19.4	18.3	20.1	18.6	19.0	19.0	18.1	18.1	18.1	18.5	18.5
25	% Vacios llenos con C.A.							87.1	84.3	90.4	80.5	88.6	84.2	84.4	89.1	89.1	89.1	86.9	86.9
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)							10.0	13.0	15.0	13.0	14.0	19.0	17.0	18.0	19.0	17.0	17.0	17.0
27	Estabilidad sin corregir (Kg)							1656	1655	1696	1460	1320	1540	1522	1575	1568	1520	1520	1520
28	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	1.00	1.04	1.04	1.04	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04
29	Estabilidad Corregida							1722	1721	1764	1460	1373	1602	1583	1717	1709	1581	1581	1581
30	Estabilidad / Flujo							4373	3363	2987	2853	2491	2141	2365	2423	2285	2362	2362	2362

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246904

### **INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.

<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
<b>PET 3.5% + 4.5% HDPE</b>					
<b>MUESTRA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>
1.- PESO DEL FRASCO	739.0	739.0	739.0	739.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2958.0	2964.0	2965.0	2962.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2474.0	2474.0	2467.0	2470.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>3659.0</b>	<b>3668.0</b>	<b>3658.0</b>	<b>3658.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1185.0</b>	<b>1194.0</b>	<b>1191.0</b>	<b>1188.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	484.0	490.0	498.0	492.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 )	<b>2.448</b>	<b>2.437</b>	<b>2.392</b>	<b>2.415</b>	
<b>CONTENIDO % C.A.</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	<b>6.50</b>	

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.



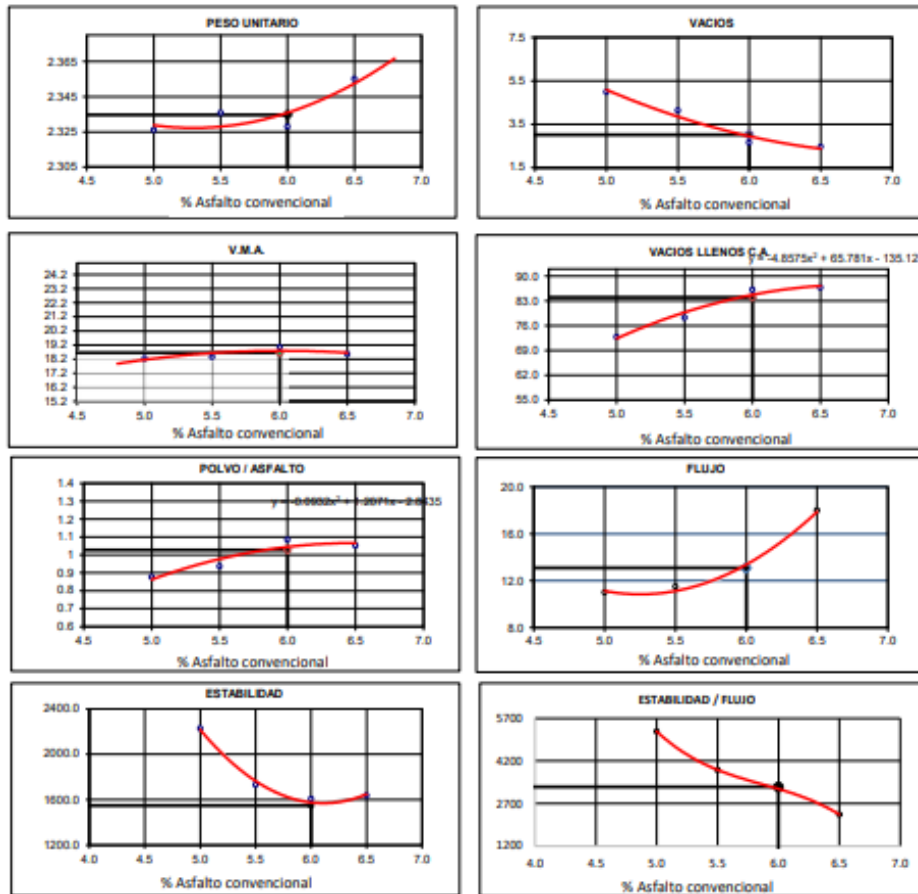
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246504

**INFORME**

Solicitante : JORGE RONALDO BOBADILLA PEÑA  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS PET Y HDPE EN LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de recepción : Jueves, 05 de octubre del 2023.



**CARACTERISTICAS MARSHALL 3.5% PET + 4.5% HDPE**

GOLPES	50	50
% C.A.	6.00	
P. UNITARIO	2.335	
VACIOS	3.0179	3 - 5
V.M.A.	18.6	
V. I.L.C.A.	84.0	
POLVO / ASFALTO	1.03	0.8 - 1.3
FLUJO	13.1	8-16
ESTABILIDAD (psi)	15.2	8.15 kN
ESTABILIDAD FLUIDO	3282.8	1700 - 4000

**Observaciones:**

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
WILSON ARTURO CLAVIA AGUILAR  
TIC INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

**LEMS W&C EIRL**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL



## ANEXO 12 Análisis de costos unitarios

### Costo de producción por 1m<sup>3</sup>

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>				
<b>Detalle</b>	<b>und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/</b>	<b>Parcial</b>
<b>ARENA</b>	m3	0.64	45	28.78
<b>PIEDRA</b>	m3	0.40	60	24.06
<b>confitillo</b>	m3	0.27	35	9.45
<b>Filler</b>	bls	0.49	30	14.73
<b>Pen 60/70</b>	gal	0.64	786.5	503.21
<b>PET</b>	m3	0.57	166.8	94.59
<b>HDPE</b>	m3	0.03	1995	67.56
<b>TOTAL</b>				742.38

ANEXO 13 Certificado de calibración de equipos

 <h1 style="margin: 0;">CALIBRATEC S.A.C.</h1> <p style="margin: 0;">LABORATORIO DE METROLOGIA</p>		<p><b>CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b></p> <p>RUC: 20606479680</p>			
<h2 style="margin: 0;">CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</h2> <h3 style="margin: 0;">CA - LF - 024 - 2022</h3>					
<p style="font-size: small;">Área de Metrología Laboratorio de Fuerza</p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">Página 1 de 3</p>					
<p><b>1. Expediente</b></p> <p><b>2. Solicitante</b></p> <p><b>3. Dirección</b></p> <p><b>4. Equipo</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Capacidad</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Marca</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Modelo</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Número de Serie</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Procedencia</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Identificación</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Indicación</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Marca</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Modelo</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Número de Serie</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Resolución</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Ubicación</b></p> <p><b>5. Fecha de Calibración</b></p>	<p>0117-2022</p> <p><b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b></p> <p>CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</p> <p><b>PRENSA DE CONCRETO</b></p> <p>2000 kN</p> <p>AyA INSTRUMENT</p> <p>STYE-2000B</p> <p>131214</p> <p>CHINA</p> <p>NO INDICA</p> <p>DIGITAL</p> <p>MC</p> <p>STYE-2000B</p> <p>131214</p> <p>0.01 / 0.1 kN. (*)</p> <p>NO INDICA</p> <p>2022-01-21</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>			
<p><b>Fecha de Emisión</b></p> <p>2022-01-22</p>	<p><b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b></p> <div style="text-align: center;">     <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b> </div>	<p><b>Sello</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>			
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <p>☎ 977 997 385 - 913 028 621</p> <p>☎ 913 028 622 - 913 028 623</p> <p>☎ 913 028 624</p> </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <p>☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima</p> <p>✉ comercial@calibratec.com.pe</p> <p>🏢 CALIBRATEC SAC</p> </td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			<p>☎ 977 997 385 - 913 028 621</p> <p>☎ 913 028 622 - 913 028 623</p> <p>☎ 913 028 624</p>	<p>☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima</p> <p>✉ comercial@calibratec.com.pe</p> <p>🏢 CALIBRATEC SAC</p>	
<p>☎ 977 997 385 - 913 028 621</p> <p>☎ 913 028 622 - 913 028 623</p> <p>☎ 913 028 624</p>	<p>☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima</p> <p>✉ comercial@calibratec.com.pe</p> <p>🏢 CALIBRATEC SAC</p>				

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kN)
%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)		
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8	
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2	
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7	
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6	
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5	
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7	
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6	
80	800	798.9	799.1	799.5	799.1	
90	900	898.6	900.1	896.6	898.5	
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3	
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (‰) 0.00 %



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 1 de 5

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	QL
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	LT-012
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición 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 la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	TERMOSTATO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.9	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	112.8	18.1
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	19.9
Estabilidad Medida ( ± )	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	20.0

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T.MAX : Temperatura máxima.  
 T.MIN : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

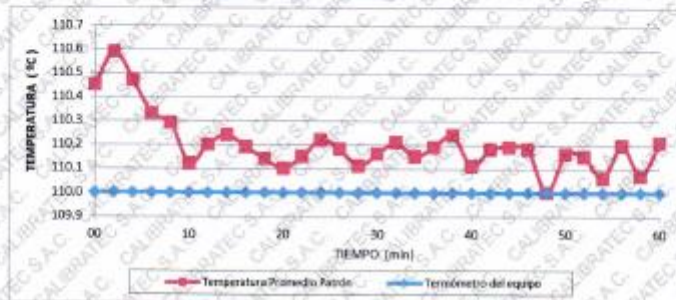


☎ 977 997 385 - 913 028 621  
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623  
 ☎ 913 028 624

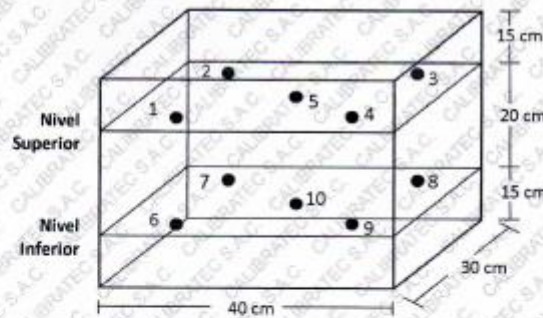
📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ comercial@calibratec.com.pe  
 🏢 CALIBRATEC SAC



DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO  
TEMPERATURA DE TRABAJO:  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF -025 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 5

<p><b>1. Expediente</b></p> <p><b>2. Solicitante</b></p> <p><b>3. Dirección</b></p> <p><b>4. Equipo</b></p> <p>Capacidad</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>Número de Serie</p> <p>Clase</p> <p>Procedencia</p> <p>Identificación</p> <p>Indicador</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>Número de Serie</p> <p>División de Escala / Resolución</p> <p><b>5. Fecha de Calibración</b></p>	<p>0117-2022</p> <p><b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b></p> <p>CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</p> <p><b>CORTE DIRECTO</b></p> <p>500 kgf</p> <p>ORION</p> <p>CD.02</p> <p>15011001</p> <p>NO INDICA</p> <p>PERÚ</p> <p>NO INDICA</p> <p>DIGITAL</p> <p>CON TRONIX</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>0.01 kgf</p> <p>2022-01-21</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al splicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y</p>
--	--	---

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 1

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUJCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	CELDA DE CARGA DE 500 kg MARCA KELI	CF-0040-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{promedio}$ (kgf)
%	$F_1$ (kgf)	Patrón de Referencia				
		$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)		
10	50	50.00	50.00	50.10	50.0	
20	100	100.15	100.15	100.20	100.2	
30	150	150.10	150.10	150.20	150.1	
40	200	200.00	200.00	200.10	200.0	
50	250	250.10	250.10	250.15	250.1	
60	300	300.10	300.10	300.20	300.1	
70	350	350.10	350.10	350.20	350.1	
80	400	400.15	400.15	400.25	400.2	
90	450	450.15	450.15	450.25	450.2	
100	500	500.20	500.20	500.30	500.2	
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
50	-0.07	0.20	0.00	0.02	0.43
100	-0.17	0.05	0.00	0.01	0.41
150	-0.09	0.07	0.00	0.01	0.41
200	-0.02	0.05	0.00	0.01	0.41
250	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41
300	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.41
350	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.41
400	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41
450	-0.04	0.02	0.00	0.00	0.41
500	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $\epsilon_0$ ) 0.00 %

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS
Capacidad	5000 kgf
Marca	FORNEY
Modelo	7691F
Número de Serie	2491
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	OHAUS
Modelo	DEFENDER 300
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición 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 la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg f	INF-LE-038-21 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $t_0$ ) 0.00 %



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permisible			200	Error Máximo Permisible			300

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Mínima*	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
Error máximo permisible									200

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	8	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	8	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	8	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028)^2 + 0.0000000001 R^2}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ comercial@calibratec.com.pe  
☎ CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	<b>PRENSA DE MURETES</b>
Capacidad	20000 kgf
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-026
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315A
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición 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 la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

  
MANUEL ALEJANDRO ALMAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión, Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-038 - 21 A
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21B



### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	%	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) : 0.60 %



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

ANEXO 14 Panel fotográfico

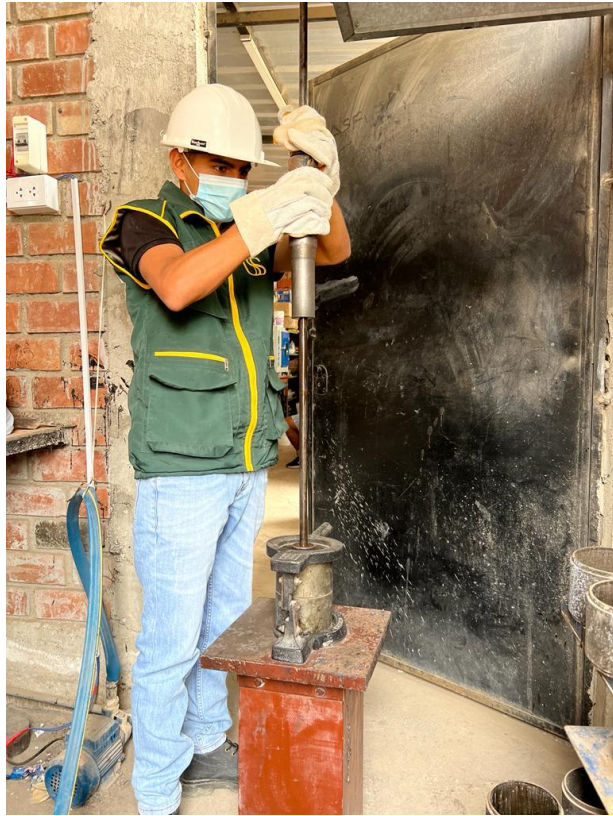




















## CONCLUSIONES DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

Al analizar los resultados de la matriz de Leopold podemos concluir:

El proyecto es **VIABLE** dado que los resultado obtenidos:

<b>+</b>	2.42
	3.64
<b>-</b>	2.42
	2.04

- E En la sección de factores ambientales la partida que genera un mayor impacto positivo es "Generación de empleo" con un valor de 54
- 2- En la sección de factores ambientales la partida que genera un mayor impacto negativo es "Suelos" con un valor de 27
- 3- En la sección de construcción la partida que genera un mayor impacto positivo es "Mejoramiento de la transitabilidad vial" con un valor de 54
- 4- En la sección construcción la partida que genera un mayor impacto negativo es "Corte en terreno natural" con un valor de 34