



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE
CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA
MODIFICADA**

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

Autores:

Bach. Diaz Delgado Henry

<https://orcid.org/0000-0003-1888-0029>

Bach. Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair

<https://orcid.org/0000-0003-2468-0015>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

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

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos egresados del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA

El texto de nuestro 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, firmamos:

Diaz Delgado Henry	DNI: 72705401	
Salazar Valderrama, Exon Jimmy Yair	DNI: 72646069	

Pimentel, 19 de mayo del 2024

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**DIAZ_HENRY - SALAZAR_EXON - Tesis C
orta -Influencia de fibras de cerámica y d
e carbono sobre las pro**

RECuento DE PALABRAS

10811 Words

RECuento DE CARACTERES

50351 Characters

RECuento DE PÁGINAS

50 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.3MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 13, 2024 11:58 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 13, 2024 11:59 AM GMT-5

● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

**INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA
MODIFICADA**

Aprobación de Jurado



MG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO

Presidente de jurado de tesis



MG. SEGURA SAAVEDRA WISTON ENRIQUE

Secretario de jurado de tesis



MG. DELGADO PEREZ MILTHON JEINER

Vocal de jurado de tesis

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a mi familia, que durante todo este proceso de mi carrera me ha apoyado y me ha sido un pilar fundamental para mantenerme con la determinación de finalizar mi carrera y ser un profesional de éxito.

Diaz Delgado, Henry.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy hoy en día, y en consecuencia he logrado llegar hasta este punto de mi carrera para conseguir mi título profesional y por cumplir con mi sueño.

Salazar Valderrama, Exon Jimmy Yair

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme brindado a mí y a mi familia salud y bienestar, que en todo este transcurso de mi vida he podido gozar de una familia con mucho amor y respeto hacia el prójimo, asimismo, agradezco a mis padres por brindarnos parte de su tiempo para poder concluir la tesis de la mejor forma posible.

Diaz Delgado, Henry.

Agradezco a Dios en primer lugar y a mis padres que debido a su esfuerzo por brindarme la mejor educación he podido salir adelante y es por eso que hoy me siento con muchas más ganas de triunfar en mi carrera, de igual forma, doy gracias a mis padres por contribuir con la mejora de mí mejora continua y así culminarla con éxito.

Salazar Valderrama, Exon Jimmy Yair

Índice

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Formulación del Problema	17
1.3. Hipótesis.....	17
1.4. Objetivos.....	18
1.5. Teorías relacionadas al tema	19
II. MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1. Tipo y diseño de Investigación	28
2.2. Variables y operacionalización.....	29
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	32
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	34
2.6. Criterios Éticos.....	36
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1. Resultados.....	37
3.2. Discusiones	55
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
4.1. Conclusiones	60
4.2. Recomendaciones	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS.....	67

Índice de tablas

Tabla I	Gradaciones (MAC) para la mezcla de asfalto en caliente	19
Tabla II	Requisitos de calidad para agregado fino	20
Tabla III	Requisitos de calidad para agregado grueso	20
Tabla IV	Exigencias para la mezcla de asfalto según tipo de trafico	21
Tabla V	Atributos de la fibra de cerámica	26
Tabla VI	Atributos de la fibra de carbono	27
Tabla VII	Operacionalización de variable independiente.....	30
Tabla VIII	Operacionalización de variable dependiente	31
Tabla IX	Distribución de muestras de estudio	32
Tabla X	Propiedades de las fibras de estudio	37
Tabla XI	Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla patrón.....	37
Tabla XII	Propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica patrón	38
Tabla XIII	Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica	39
Tabla XIV	Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica.....	43
Tabla XV	Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica	44
Tabla XVI	Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono	48
Tabla XVII	Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica y carbono.....	49
Tabla XVIII	Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono + fibra de cerámica	54
Tabla XIX	Comparación de atributos de la fibra de cerámica.....	55
Tabla XX	Comparación de atributos de la fibra de carbono	56
Tabla XXI	Comparación de mezcla asfáltica patrón en diversas investigaciones.....	57
Tabla XXII	Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de cerámica.....	58
Tabla XXIII	Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de carbono	59

Índice de figuras

Fig 1. Vertimiento de asfalto en la mezcla	22
Fig 2. Medida de la Estabilidad Marshall en las briquetas.....	24
Fig 3. Medida del Flujo Marshall en las briquetas	25
Fig 4. Fibra de cerámica	26
Fig 5. Fibra de carbono.....	27
Fig 6. Diagrama de flujo.....	34
Fig 7. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica	40
Fig 8. Vacíos de aire en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica	40
Fig 9. Vacíos en el agregado mineral en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica.....	41
Fig 10. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica	41
Fig 11. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica.	42
Fig 12. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica	42
Fig 13. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica	43
Fig 14. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de carbono.....	45
Fig 15. Vacíos de aire de la mezcla asfáltica con fibra de carbono	45
Fig 16. Vacíos en el agregado mineral de la mezcla asfáltica con fibra de carbono.....	46
Fig 17. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de carbono	46
Fig 18. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono	47
Fig 19. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono.....	47
Fig 20. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de carbono	48
Fig 21. Peso unitario en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono.....	50
Fig 22. Vacíos de aire en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono.....	51
Fig 23. Vacíos en el agregado mineral en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono	51
Fig 24. Vacíos llenos de asfalto en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono	52
Fig 25. Flujo en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono.....	52
Fig 26. Estabilidad en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono.....	53
Fig 27. Índice de rigidez en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono.....	53

Resumen

Generalmente las estructuras de pavimento, se encuentran hechos de mezclas asfálticas en caliente dado que es un material económico e idóneo para diversos climas, no obstante, necesitan de un mantenimiento y reparación constante a causa de los daños por excesivas cargas vehiculares, por lo que se han buscado diferentes formas de reforzar estas estructuras con materiales como las fibras. La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de las fibras de cerámica y carbono sobre las propiedades físico-mecánicas en la mezcla asfáltica, teniendo un diseño cuasi-experimental, el cual consistió en incorporar individualmente la fibra de cerámica y de carbono en 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.50% con respecto al peso total de la mezcla, luego se realizó mezclas asfálticas con la combinación con los porcentajes óptimos y se evaluaron sus prestaciones finales. Los resultados indicaron que la mezcla asfáltica modificada que mejor desempeño mostro fue de 1.00% fibra de cerámica + 0.75% de fibra de carbono, mostrando un incremento de sus vacíos de aire, VMA, polvo/asfalto del 9.96%, 3.49%, 4.66%, mientras que los V.LL.CA y peso unitario disminuyeron en 2.02% y 1.45%, por otro lado la estabilidad e índice de rigidez aumentaron en 31.53% y 35.43% y el flujo presento una disminución de 2.80%. Se concluyó que el reforzamiento de pavimentos elaborados a base de mezcla asfáltica incorporando fibras de cerámica y de carbono mejorarían considerablemente su resistencia a las cargas producidas por el tráfico.

Palabras clave: Mezcla asfáltica, fibra de cerámica, fibra de carbono, estabilidad, flujo.

Abstract

Pavement structures are generally made of hot mix asphalt since it is an economical material and suitable for various climates, however, they need constant maintenance and repair due to damage from excessive vehicular loads, which is why they are. They have looked for different ways to reinforce these structures with materials such as fibers. The objective of the research was to determine the influence of ceramic and carbon fibers on the physical-mechanical properties in the asphalt mix, having a quasi-experimental design, which consisted of individually incorporating the ceramic and carbon fiber in 0.50%, 0.75%, 1.00% and 1.50% with respect to the total weight of the mix, then asphalt mixes were made with the combination with the optimal percentages and their final performance was evaluated. The results indicated that the modified asphalt mix that showed the best performance was 1.00% ceramic fiber + 0.75% carbon fiber, showing an increase in its air voids, VMA, dust/asphalt of 9.96%, 3.49%, 4.66%, while the V.L.CA and unit weight decreased by 2.02% and 1.45%, on the other hand the stability and stiffness index increased by 31.53% and 35.43% and the flow presented a decrease of 2.80%. It was concluded that the reinforcement of asphalt mix-based pavements incorporating ceramic and carbon fibers would considerably improve their resistance to loads produced by traffic.

Keywords: Asphalt mix, ceramic fiber, carbon fiber, stability, flow.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la región de Chiclayo, uno de los principales problemas radica en la deficiente calidad de sus calles y carreteras, lo cual afecta tanto a las áreas urbanas como a las zonas circundantes. Esta situación, que ha ido empeorando con el paso del tiempo y las diferentes administraciones municipales, se refleja especialmente en el estado alarmante de las vías en José Leonardo Ortiz. Un ejemplo claro es la avenida El Dorado y América, cuya proximidad al mercado Moshoqueque ha provocado un deterioro significativo debido al alto tráfico de vehículos, generando nubes de polvo.

En el contexto peruano, aproximadamente el 80% de las carreteras carecen de asfalto, siendo las áreas andinas y selváticas las más afectadas, lo que representa un obstáculo importante para la movilidad de los usuarios [1]; ahora bien, según Avila et al. [2], realizaron un análisis de las principales calles del centro de Lima, encontrándose grandes defectos. Factores como el clima, el transporte de cargas pesadas y la baja calidad de los materiales, así como la ubicación en zonas sísmicas, pueden contribuir al mal estado de la infraestructura vial [3].

En otros países se han enfrentado problemas similares; ahora bien, la formación de surcos en las carreteras asfaltadas es una preocupación constante para las agencias de transporte [4]; no obstante, se han llevado a cabo investigaciones para reducir la degradación de la capa de rodadura, causada por diversos factores como el tráfico y el clima [5], así como para mejorar las propiedades de los materiales utilizados en la pavimentación [6, 7, 8].

Para mejorar el rendimiento y prevenir la aparición de patologías en el pavimento, se han implementado diversos modificadores de ligante asfáltico. El contenido de este ligante es crucial, ya que su deficiencia puede provocar deformaciones y problemas de drenaje [9, 10]; además, la incorporación de fibras en las mezclas asfálticas ha demostrado ser efectiva para reforzar el pavimento y mejorar su durabilidad, especialmente frente a cambios climáticos y

tensiones mecánicas [11]. Las fibras de carbono y cerámica, en particular, han mostrado promesa como materiales de alta resistencia y durabilidad [12].

La adición de fibras en los pavimentos refuerza sus materiales, siendo común en mezclas bituminosas con estructura de piedra y granulometría abierta para evitar el drenaje del aglutinante [13]; al mismo tiempo, permite mejorar estabilidad y resistencia al agrietamiento [14]. Estudios realizados aseguran que las fibras han otorgado mayor durabilidad a las mezclas ante cambios climáticos; seguidamente ha permitido aumentar la resistencia a tensiones de rotura [15, 16, 17]. Sus longitudes varían de 4 a 9 mm y en dosis entre el rango de 0.1% a 4% [18].

Entre tanto, se han efectuado investigaciones acordes a la investigación planteada:

Internacionalmente, Zarei et al. [19], tuvieron como objetivo realizar un análisis exhaustivo del comportamiento de las mezclas asfálticas en caliente al incorporar fibras de carbono. La metodología fue aplicada, diseño experimental. Se realizaron muestras de asfalto convencional junto con diferentes porcentajes de carbono. Los resultados evidenciaron que la estabilidad de las mezclas aumentó significativamente con un 1.5% de fibra, registrando un incremento del 32%; además, la muestra con un 3% de fibra mostró un aumento máximo del flujo del 189%. Concluyendo que, la adición de fibras de carbono de alta resistencia puede mejorar considerablemente las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente.

Mawat and Ismael [20], tuvieron como objetivo analizar el comportamiento de las mezclas asfálticas al incorporar fibra de carbono. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se realizaron diversas combinaciones de fibra y se efectuaron ensayos. Los resultados revelaron que la adición de fibras de carbono con una longitud de 2.0 cm y un contenido del 0.30% permitió un aumento del 11.23% en la resistencia a la tracción indirecta y un aumento del 12.52% en el índice de resistencia retenida. Concluyendo que, la modificación con fibras de carbono puede mejorar significativamente las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas.

Guo et al. [21], tuvieron como objetivo revisar los diversos usos de diferentes tipos de fibras en pavimentos asfálticos. La metodología fue de tipo exploratoria; y para ello se realiza una revisión exhaustiva donde evalúan el uso combinado de fibras y otros aditivos. Los resultados confirmaron la efectividad del uso de fibras en pavimentos asfálticos y la importancia de optimizar el método de mezcla, el tamaño y la dosificación de fibras que permitieron alcanzar un rendimiento adecuado. Concluyendo que, las fibras naturales y tradicionales, permiten maximizar los beneficios ambientales en pavimentos asfálticos.

Zarei et al. [22], tuvieron como objetivo determinar el porcentaje ideal de la mezcla asfáltica, enriquecida con polvo de caucho y fibras de carbono. La metodología fue de tipo aplicada con un diseño experimental. Se realizaron pruebas utilizando diferentes proporciones de ambos aditivos en la mezcla. Los resultados indicaron que los porcentajes óptimos del polvo de caucho y las fibras de carbono fueron del 15% y 0.5% respectivamente, aumentando en un 42% en la estabilidad de la mezcla asfáltica. Concluyendo que, la utilización conjunta de polvo de caucho y fibras de carbono permitió ofrecer una solución eficaz y económicamente viable para la construcción de pavimentos.

Ye et al. [23] tuvieron como objetivo investigar el potencial de las fibras de carbono para mejorar las mezclas asfálticas. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se prepararon 4 grupos de muestras de ligante asfáltico con diferentes contenidos de fibra. Los resultados revelaron que las fibras de cerámica aumentaron la viscosidad, pero un contenido excesivo dificultó la trabajabilidad de las mezclas. El contenido óptimo de cerámica fue del 1%, mejorando la resistencia mecánica e incluso la muestra con mayor daño todavía mostró una recuperación de energía de fractura de más del 30%. Concluyendo que, las fibras de cerámica mejoraron significativamente las mezclas asfálticas.

Albayati and Qadir [24], tuvieron como objetivo examinar las mezclas asfálticas calientes que contienen agregado de concreto reciclado (RCA) tratado y reforzado con fibras de carbono. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se añadieron RCA en 20, 40, 60, 80 y 100%; además, las fibras se agregaron en 0.15, 0.25 y 0.35%. Los resultados

evidencian que el 60%RCA+0.35%fibras mostró un aumento del 35.81% de estabilidad de Marshall; asimismo, el 40%RCA+0.35%fibras exhibió una profundidad mínima de surco del 41%; y finalmente, el 20%RCA+0.35% de fibras exhibió el nivel máximo de estabilidad dinámica, que fue 1.64 veces mayor, todo respecto a la mezcla de control.

Wang et al., [25] tuvieron como objetivo mejorar el rendimiento de las mezclas asfálticas a altas temperaturas mediante la incorporación de fibra cerámica. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se llevaron a cabo mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de fibra cerámica y se realizaron diversas pruebas. Los resultados evidenciaron que la fibra cerámica mejoró las propiedades mecánicas, la susceptibilidad a la humedad y la resistencia al agrietamiento a baja temperatura, siendo el contenido óptimo del 0.4% de fibra. Concluyendo que, la fibra cerámica puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades de las mezclas asfálticas.

Sahar and Mohammed [26] tuvieron como objetivo mejorar las características del asfalto en caliente incorporando fibras de cerámica. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental; asimismo, se incorporaron el 0.50, 1.0, 1.5 y 2.0% de fibras y se examinaron las propiedades de Marshall. Los resultados reflejaron que la máxima estabilidad de Marshall se logró con un contenido del 1% de fibra, sin embargo, se encontró que la aumentó de fibra condujo mayores huecos de aire y los huecos en el agregado mineral. Concluyendo que, la fibra puede mejorar ciertas propiedades de la mezcla, pero debe considerarse cuidadosamente su efecto en la densidad y la compactación de la mezcla.

Al-Saadi and Ismael [27] tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la fibra cerámica en las propiedades de la mezcla asfáltica. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se añadieron fibras cerámicas en proporciones de 0.75%, 1.5% y 2.25% a la mezcla asfáltica. Se realizaron pruebas Marshall y de resistencia a la tracción (TSR). Los resultados demostraron que, en comparación con la mezcla asfáltica de control, la estabilidad Marshall aumentó en un 39,04% y la TSR aumentó en un 11,06% con un óptimo contenido

de 1.5% de fibra. Concluyendo que la fibra cerámica puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente.

Pang et al. [28] tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento de las mezclas asfálticas al incorporar lignina y cerámica. Se añadieron las fibras y se efectuaron ensayos a las mezclas. Los resultados reflejaron que ambas fibras mejoraron un 11% la estabilidad dinámica, 8.6% la tensión de flexión, 2.1% la susceptibilidad a la humedad y un 20% de vida a la fatiga; por otro lado, las mezclas con cerámica aumentaron un 11% y 8% la tensión y vida de fatiga respectivamente; igualmente, mejoraron ligeramente la estabilidad y susceptibilidad a la humedad. Concluyendo que, la óptima adición es 1:2 de lignina y cerámica, proporcionando una mejora más equilibrada y completa del rendimiento en carretera.

En tanto, en Huánuco, Apaza and Bravo [29] tuvieron como objetivo elaborar un pavimento flexible incorporando fibra de carbono en la mezcla asfáltica en caliente. La metodología fue aplicada y de diseño no experimental. Se elaboró un diseño de una capa de carpeta asfáltica de 0.10 m, base de 0.22 m y una sub-base granular de 0.25 m. Los resultados evidenciaron CBR de 15% para la subrasante; asimismo, el número de ejes equivalentes fue de 1.1×10^4 , y se obtuvo una estabilidad de 12.87 kN. Concluyendo que, la fibra de carbono en la mezcla asfáltica mejora sus propiedades.

Aguilar and Chauca [30] tuvieron como objetivo realizar un análisis de las mezclas asfálticas en caliente con la adición de grafito. La metodología fue aplicada, diseño experimental. Asimismo, se realizaron pruebas mecánicas y se añadieron proporciones de grafito del 5, 10, 15 y 20%. Los resultados reflejaron que, el porcentaje de desgaste fue del 4.53% para las mezclas sin grafito y del 4.68% para las mezclas con grafito, además, se encontró que el porcentaje de vacíos de aire fueron del 56.51% para las mezclas sin grafito y 56.21% para mezclas con grafito. Concluyendo que, a pesar de estas similitudes, la mezcla con grafito mostró un mejor desempeño, demostrando que, un 15% de grafito era óptimo.

En Chiclayo, Adrianzen et al. [31], tuvieron como objetivo realizar una revisión sistemática de los distintos tipos de fibras usados en las mezclas asfálticas para la mejora de

sus propiedades mecánicas. La metodología fue exploratoria. Se revisaron 81 artículos publicados en bases de datos. Los resultados reflejaron que, las fibras además de mejorar las propiedades de los pavimentos flexibles, son rentablemente buenas ya que, a pesar de tener un aumento en el costo inicial, demuestran un incremento en el ciclo de vida. Concluyendo que, las fibras son económicamente factibles para proyectos viales que se realicen con el uso mezclas asfálticas.

Entre tanto, la investigación se justificó en varios aspectos. Técnicamente, avanza nuestro conocimiento, lo que potencialmente mejora la calidad de las carreteras. Socialmente, al hacer que las carreteras sean más seguras y duraderas, beneficiando a los usuarios. Económicamente, genera ahorros a largo plazo al disminuir la necesidad de reparaciones frecuentes y aumentando la vida útil de las carreteras. Ambientalmente, contribuiría a la conservación de recursos naturales y a la reducción de residuos. En resumen, es crucial para promover la seguridad vial, reducir los costos de mantenimiento a largo plazo y fomentar prácticas más sostenibles en la construcción de infraestructuras viales.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo influye la fibra de cerámica y de carbono sobre propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada?

1.3. Hipótesis

Si se adiciona fibra de cerámica y de carbono entonces mejora las propiedades físico-mecánica de la mezcla asfáltica propuesta.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia de la fibra de cerámica y de carbono sobre las propiedades físico- mecánicas de una mezcla asfáltica modificada.

Objetivos Específicos

- OE 1: Determinar las propiedades de la fibra de cerámica y de carbono, para su uso en mejora de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica modificada.
- OE 2: Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica patrón.
- OE 3: Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica con la adición de fibra de cerámica al 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5% con respecto al peso total de la mezcla, para obtener la dosificación óptima.
- OE 4: Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica con la adición de fibra de carbono al 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5% con respecto al peso total de la mezcla, para obtener la dosificación óptima.
- OE 5: Determinar el resultado de la combinación óptima de la fibra de cerámica y de carbono, que compruebe la mejora de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Las teorías que se tomaron como fundamento y que aportaran con una mejor comprensión de las variables en análisis son para la variable dependiente:

Distribución del tamaño de agregados para la mezcla de asfalto: Esta supedita a la distribución granulométrica mostrados en la tabla I, y opcionalmente se puede utilizar las gradaciones establecidas en el instituto de asfalto y ASTM D3515.

Tabla I

Gradaciones (MAC) para la mezcla de asfalto en caliente

Malla	Abertura	% que pasa		
		MAC 1	MAC 2	MAC 3
1"	25.00 mm	100		
3/4"	19.00 mm	80-100	100	
1/2"	12.50 mm	67-85	80-100	
3/8"	9.50 mm	60-77	70-88	100
N°4	4.75 mm	43-54	51-68	65-87
N°10	2.00 mm	29-45	38-52	43-61
N°40	420 um	14-25	17-28	16-29
N°80	180 um	8-17	8-17	9-19
N°200	75 um	4-8	4-8	5-10

De la Tabla I, cada fila representa una malla de tamaño específico, su respectiva abertura y el porcentaje de material que pasa a través de esa malla para cada tipo de mezcla de asfalto. Para la malla de 3/4" de abertura, el 100% del material pasa a través de ella en la mezcla MAC 2, mientras que en la mezcla MAC 1, hay un rango de 80-100%. Este tipo de información es crucial para diseñar y controlar la composición de las mezclas de asfalto, garantizando que cumplan con los requisitos de calidad y rendimiento deseados para diferentes aplicaciones de pavimentación. Adaptado de [32].

Calidad de los agregados pétreos: Son ensayos que los agregados deben de cumplir para conseguir una mezcla asfáltica óptima.

Tabla II

Requisitos de calidad para agregado fino

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3000	> 3000
Equivalente de arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 min	35 min
Índice de plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0.50% máx.	0.50% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50% máx.	0.50% máx.

Nota. Tomado de [32].

Tabla III

Requisitos de calidad para agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3000	> 3000
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión de los ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min	35% min
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0.50% máx.	0.50% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00% máx.	1.00% máx.

Nota. Tomado de [32].

Exigencias para la mezcla de asfalto: Las cualidades propias de la mezcla de asfalto deben cumplir con lo exigido para garantizar su calidad, acorde a lo planteado en el proyecto, ver tabla IV.

Tabla IV

Exigencias para la mezcla de asfalto según tipo de tráfico

Parámetro	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8.15 Kn	5.44 Kn	4.53 Kn
Flujo 0.01 (0.25 mm)	8 – 14	8 – 16	8 – 20
Porcentaje de vacíos de aire (1) (MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 – 5
Vacíos en el agregado mineral	Tabla 423 - 10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
Resistencia a la compresión MPa min,	2.1	2.1	1.4
Resistencia retenida % (min.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0.6 – 1.3	0.6 – 1.3	0.6 – 1.3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1700 – 4000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 min.		

Nota. Tomado de [32].

Contenido de asfalto: Es uno de los indicadores importantes de la evaluación de la calidad del pavimento asfáltico, también es una base importante para evaluar los grados de segregación del pavimento asfáltico [33].



Fig 1. Vertimiento de asfalto en la mezcla

Dentro de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica tenemos a:

Contenido de vacíos: El contenido de vacíos de aire es un parámetro vital que caracteriza una mezcla asfáltica, y se mide restando uno menos la división entre la densidad aparente y la densidad teórica máxima [34].

$$Va = \left(1 - \frac{Gmb}{Gmm}\right) * 100$$

Donde:

Va = Contenido de vacíos de cada briqueta.

Gmb = Densidad Bulk de la briqueta compactada.

Gmm = Densidad teórico máximo.

Vacíos en el agregado mineral: El vacío en los agregados minerales o V. M. A es un valor porcentual que existe entre los agregados minerales que se hallan llenos de vacíos de aire [35].

$$VMA = 100 * \left(1 - \frac{Gmb * (1 - Pb)}{Gsb}\right)$$

Donde:

Gsb = Densidad bulk del agregado.

Gmb = Densidad bulk de la briqueta compactada.

Pb = Contenido de asfalto.

Vacíos llenos de asfalto: El vacío lleno con asfalto o V. LL. C. A es un valor porcentual de los vacíos que son rellenados de asfalto en la relación que existe entre los vacíos de aire en los agregados minerales, no obstante, no se considera el asfalto impregnado por los agregados [35].

$$VLLCA = \frac{VMA - VA}{VMA} * 100$$

Donde:

V. M. A = Vacíos en el agregado mineral.

V. A = Contenido de vacíos de la briqueta compactada.

V. LL. C. A = Vacíos llenos de cemento asfáltico.

Densidad bulk o peso unitario: Se calcula con las briquetas de asfalto compactadas cubiertas de parafina, obteniendo los vacíos que incorporen más del 2% de agua por volumen.

$$Densidad\ bulk = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$$

Donde:

D = Peso de la briqueta seca recubierta, en gr.

E = Peso de la briqueta bajo el agua, en gr.

F = Densidad de la briqueta recubierta determinado a 25 ° C.

A = Peso de la briqueta seca en el aire, en gr.

Del mismo modo, las cualidades mecánicas de la mezcla de asfalto se ven representadas por medio de:

Estabilidad Marshall: La estabilidad en el pavimento de carreteras se establece como la cualidad de las mezclas pavimentadas para soportar los cambios debidos a la carga. Si la capa de pavimento no puede soportar la carga recibida, habrá cambios permanentes como irregularidades. Las grietas también pueden ocurrir como resultado de cargas repetidas [36].



Fig 2. Medida de la Estabilidad Marshall en las briquetas

Flujo Marshall: Cuantifica la deformación en términos de elasticidad y plasticidad de la muestra de CA compactada. Para mezclas de CA con alto valor de flujo, se consideran más plásticas, y las de bajo valor de flujo se consideran frágiles. Aunque todos los valores de flujo obtenidos en esta investigación estuvieron dentro de los límites requeridos, la disminución del valor de flujo se atribuyó principalmente a la reducción del ligante asfáltico para mezclas con fibras [37].



Fig 3. Medida del Flujo Marshall en las briquetas

Índice de rigidez: El término de rigidez Marshall se representa como una relación del valor máximo de estabilidad y el flujo correspondiente en el contenido de asfalto óptimo que describe la combinación de estabilidad y flujo en un valor único. La rigidez de Marshall proporciona una indicación sobre la capacidad de resistencia de la mezcla de asfalto al flujo plástico, que se produjo a causa de las cargas de tráfico [38].

Por otra parte, los fundamentos que se tomaron para comprender de una mejor manera la variable independiente fueron:

Fibra de sintética: Las macro fibras sintéticas es un sustituto en el refuerzo de pavimentos lo que proporciona un mejor comportamiento de resistencia además de controlar el tamaño de las grietas o fisuras, el pavimento aumenta su flexión y carga última en losas [39, 40].

Fibra de Cerámica: Es una fibra sintética producto del soplado de caolín fundido mejorado con alúmina y sílice [41]. Asimismo, en muchas ocasiones es posible encontrarlo como un desecho industrial que se emplea en gran medida para utilizar diversos residuos para la protección del ambiente [42].



Fig 4. Fibra de cerámica

Proceso de obtención de la fibra de cerámica: Se fusiona la alúmina y sílice en un horno de arco eléctrico aproximadamente a 2000°C aplicando aire comprimido o también se transforma en fibra mediante rodillos giratorios por medio de fuerza centrífuga. En el transcurso del proceso de elaboración la masa brota en gotas las cuales se estiran y se convierten en fibras con una dimensión aproximada de hasta 50 mm de longitud y 2-3 μm de diámetro [43].

Características y propiedades la fibra de cerámica: Poseen óptimas propiedades de resistencia a la tracción y conductividad térmica [44], dichos atributos se pueden contemplar en la tabla V.

Tabla V
Atributos de la fibra de cerámica

Características	
Longitud (mm)	2
Diámetro (mm)	7
Densidad (gr/cm ³)	128
Temperatura de fusión (°C)	1600
Propiedades	
Resistencia a la tracción (kPa)	83

Nota. Adaptado de Al-Saad y Ismael [44].

Fibra de Carbono: Es denominado como un polímero con un extenso uso en el terreno de la ingeniería [45]. Asimismo, la define como una fibra sintética obtenida enteramente del petróleo y es un material rígido con amplio uso en la ingeniería. Su compatibilidad con el cemento asfáltico y sus características mecánicas le hacen un excelente refuerzo para las mezclas asfálticas [46].



Fig 5. Fibra de carbono

Proceso de obtención de la fibra de carbono: Se elabora estirando la materia prima denominada como precursor en forma de fibra largas para luego calentarse a una temperatura de 300 °C, posterior a ello se pre-carboniza a 1100 °C y por último se piroliza a 1800 °C obteniendo así la fibra de carbono, asimismo, esta fibra es sometida a un tratamiento superficial y lavado con agua caliente para lograr el producto final [47].

Características y propiedades de la fibra de carbono: Los atributos de la fibra de carbono de acuerdo a [8], se aprecian en la tabla VI.

Tabla VI
Atributos de la fibra de carbono

Características	
Longitud (mm)	6
Temperatura de fusión (°C)	1200
Densidad (gr/cm ³)	1.8
Propiedades	
Resistencia a ácidos/álcalis	Inactivo
Resistencia a la tracción (MPa)	4137

Nota. Adaptado de Alfalah et al., [8].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de Investigación

El enfoque cuantitativo en la investigación se refiere a una metodología que se centra en la recolección y análisis de datos numéricos y estadísticos para comprender fenómenos, relaciones o efectos [48]. En el estudio implicó la medición precisa de variables como la resistencia a la tracción, la densidad, la deformación, entre otros, para cuantificar el impacto de las fibras de cerámica y carbono en las propiedades de la mezcla asfáltica.

La investigación fue de tipo aplicada, dado que estas investigaciones se caracterizan por su enfoque práctico y orientado a la solución de problemas específicos en el mundo real [49]. En el contexto del estudio se centró en la evaluación del efecto de las fibras de cerámica y carbono en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con el objetivo de proporcionar información útil para mejorar la durabilidad y seguridad de las carreteras.

El diseño de la investigación fue de tipo cuasi-experimental, y se refiere al plan sistemático y controlado para llevar a cabo una investigación, con el fin de recopilar datos que permitan sacar conclusiones válidas y confiables [50]. En el caso del estudio el diseño cuasi-experimental se basó en la realización de muestras representativas, la aplicación de diferentes concentraciones de fibras y posteriormente la realización de pruebas de laboratorio, siguiendo un protocolo establecido para garantizar la reproducibilidad de los resultados. El diseño fue:

$MA_c - - - - - 01$	$MA_c - - - - - 01$
$MA_c + 0.50Ceramica$	$MA_c + 0ptimoCeramica + 0.50Carbono$
$MA_c + 0.75Ceramica$	$MA_c + 0ptimoCeramica + 0.75Carbono$
$MA_c + 1.00Ceramica$	$MA_c + 0ptimoCeramica + 1.00Carbono$
$MA_c + 1.5Ceramica$	$MA_c + 0ptimoCeramica + 1.5Carbono$

Donde:

MA_c: Mezcla asfáltica control

2.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Fibra de cerámica y Fibra de carbono

Definición Conceptual: Son materiales que se agregan a la mezcla asfáltica para modificar sus propiedades físico-mecánicas. La fibra de cerámica es un material compuesto principalmente por óxidos metálicos y se caracteriza por su resistencia al calor y a la corrosión. La fibra de carbono, por otro lado, está compuesta por carbono puro y es conocida por su alta resistencia y bajo peso.

Definición Operacional: Se operacionaliza mediante la adición de diferentes concentraciones de estas fibras a la mezcla asfáltica durante el proceso de producción. Se utilizaron diferentes porcentajes de fibras, así como diversas técnicas de mezclado para asegurar una distribución homogénea en la mezcla.

Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica

Definición Conceptual: Se refieren a características que determinan el comportamiento de las mezclas asfálticas bajo diferentes condiciones de carga y temperatura.

Definición Operacional: Se opera mediante la realización de pruebas de laboratorio específicas para medir y cuantificar estas propiedades en muestras de mezcla asfáltica modificadas con diferentes concentraciones de fibras de cerámica y de carbono.

Tabla VII

Operacionalización de variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Tipo de variable	Escala de medición
Fibra de cerámica	Es una fibra sintética producto del soplado de caolín fundido mejorado con aluminio y sílice [41].	Las fibras utilizadas se recortaron en longitudes de 2 cm para la fibra de cerámica y de fibra de carbono, luego se las incorporaron en la mezcla asfáltica.	Propiedades	Resistencia a la tracción	Kg/cm ²	Observación y fichas de recolección de datos	Independiente	Razón
				Densidad	gr/cm ³			
			Porcentajes	0.50	%			Intervalo
				0.75	%			
				1.00	%			
Fibra de carbono	Es denominado como un polímero con una amplia aplicación en el campo de la ingeniería [45].	Las fibras utilizadas se recortaron en longitudes de 2 cm para la fibra de cerámica y de fibra de carbono, luego se las incorporaron en la mezcla asfáltica.	Propiedades	Resistencia a la tracción	Kg/cm ²	Observación y fichas de recolección de datos	Independiente	Razón
				Densidad	gr/cm ³			
			Porcentajes	0.50	%			Intervalo
				0.75	%			
				1.00	%			
				1.50	%			

Tabla VIII

Operacionalización de variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica	Las propiedades que posean las mezclas asfálticas están relacionadas con las características de los agregados como su granulometría, superficie de forma y textura [51].	Se realizó la mezcla asfáltica patrón y las modificadas con fibra de cerámica y carbono, posteriormente se dejó curar, terminado el periodo de curación se extrajeron las briquetas asfálticas para pasarlas por baño maría para luego ensayarlas mediante la metodología Marshall.	Propiedades de los agregados	Granulometría	%	Observación y fichas de recolección de datos	Dependiente	De razón
				Abrasión de los ángeles	%			
				Equivalente de arena	%			
				Angularidad	%			
				Índice de durabilidad	Min			
				Adherencia	%			
				Índice de plasticidad	%			
			Durabilidad al sulfato de magnesio	%				
			Sales solubles	%				
			Absorción	%				
			Peso específico	gr/cm ³				
			Partículas chatas y alargadas	%				
			Caras fracturadas	---				
			Estabilidad	Kg				
Propiedades mecánicas	Flujo	Mm						
Propiedades físicas	Índice de rigidez	kg/cm						
	Vacíos de aire	%						
	V. LL. C. A, V. M. A	%						
Peso unitario	gr/cm ³							

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Se establece como un grupo accesible limitado y preciso de individuos sobre el cual se recopilará datos de una muestra, la población también es definido como el universo [52]. La investigación presento como población de análisis todas las briquetas asfálticas elaboradas en laboratorio con un diseño convencional y con la integración de fibra de cerámica y fibra de carbono.

Muestra

La muestra sirve para analizar la población dado que siempre es menor que la población en estudio [53]. En la investigación la muestra estuvo constituida por 204 briquetas en total, elaborando 12 briquetas asfálticas por cada dosificación de fibra de cerámica y fibra de carbono en 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.50% conforme al peso de la mezcla de asfalto, las muestras se diseñarán para un tipo de tráfico pesado.

Tabla IX

Distribución de muestras de estudio

Mezcla asfáltica	Contenido de cemento asfáltico				Sub-Total
	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	
Patrón	3	3	3	3	12
0.50% Fibra de cerámica (F. CE)	3	3	3	3	12
0.75% Fibra de cerámica (F. CE)	3	3	3	3	12
1.00% Fibra de cerámica (F. CE)	3	3	3	3	12
1.50% Fibra de cerámica (F. CE)	3	3	3	3	12
0.50% Fibra de carbono (F. CA)	3	3	3	3	12
0.75% Fibra de carbono (F. CA)	3	3	3	3	12
1.00% Fibra de carbono (F. CA)	3	3	3	3	12
1.50% Fibra de carbono (F. CA)	3	3	3	3	12

Optimo (F. CE) + 0.50% (F. CA)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CE) + 0.75% (F. CA)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CE) + 1.00% (F. CA)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CE) + 1.50% (F. CA)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CA) + 0.50% (F. CE)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CA) + 0.75% (F. CE)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CA) + 1.00% (F. CE)	3	3	3	3	12
Optimo (F. CA) + 1.50% (F. CE)	3	3	3	3	12
Total					204

Muestreo

Un muestreo no-probabilístico implica la selección de unidades analizadas acorde al criterio del investigador, por lo que no se empleará algún método de muestreo estadístico [54]. En la investigación se aplicó un muestreo de tipo no-probabilístico debido a que los investigadores utilizaran las normas para obtener la proporción de muestra a analizar.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Observación dirigida: También denominada sistemática o regulada, emplea instrumentos elaborados con anterioridad de acuerdo a pautas con reactivos relacionados al acontecimiento a estudiar [55]. En la investigación se utilizó una observación dirigida puesto que se realizó un análisis presencial del fenómeno acontecido en laboratorio cuando se sometido a prueba las briquetas asfálticas para la cual se anotó cada dato en instrumentos de recolección de datos.

Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se empleó fichas de recolección de datos que se elaboraron de acuerdo a las variables de la investigación y en base a los valores requeridos por las normas técnicas peruanas (NTP), ASTM y ASHTO, además, estos instrumentos fueron evaluados por 3 especialistas sobre la materia para su respectiva aprobación.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

En este apartado se hizo una descripción del procedimiento seguido en la investigación el cual se puede observar en la fig. 6, para ello, se tuvo en cuenta las normativas vigentes que servirán para poder dar respuesta a la problemática presentada en este estudio.

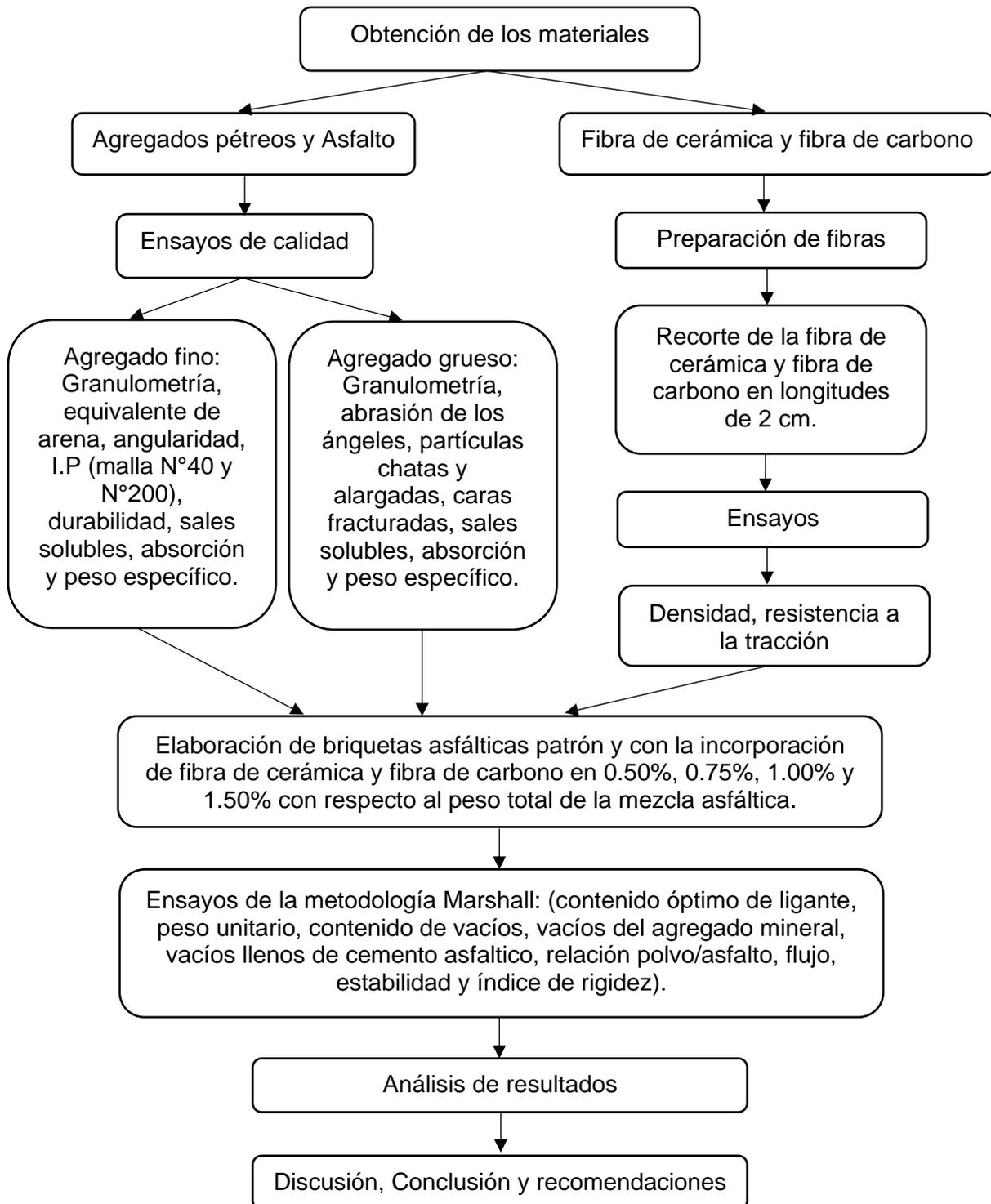


Fig 6. Diagrama de flujo

Descripción de procesos

Obtención de los materiales

Los agregados pétreos, así como también el ligante asfáltico fueron conseguidos de la planta que proporciona asfalto en caliente del Gobierno Regional de Lambayeque la cual está localizada en el kilómetro 5 de la antigua vía a Batan grande, mientras que la fibra de cerámica se obtuvo de Aísla Perú y la fibra de carbono.

Preparación y ensayo de las fibras

Conseguidas las fibras, pasaron por un proceso de recorte en una longitud de 2 cm para la fibra de cerámica y de 2 cm para la fibra de carbono. Los ensayos que a los que se sometieron las fibras son densidad NTP 334.005 y resistencia a la tracción NTP 339.517, cabe aclarar que las normas utilizadas no son específicamente para este tipo de material, pero comparten el mismo fundamento teórico.

Ensayos de calidad de agregado pétreos

Los agregados fueron sometidos a pruebas que determinan sus atributos acordes a las exigencias del MTC Manual de Carreteras 2013, denotando estas exigencias para el agregado grueso y fino en las tablas 423-01 y 423-02 correspondientemente.

Ensayos de la metodología Marshall

Posteriormente a que las briquetas asfálticas se encuentren en estado endurecido, se retiraran de los moles y se dejará acondicionarse a la temperatura ambiente, luego, se le aplicará un baño maría a 60°C en un periodo de 30 a 40 min, según lo establece el MTC en el Manual de carreteras. Después del baño maría, las muestras se ensayaron en el dispositivo Marshall para determinar el flujo y estabilidad, dicho ensayo tuvo un tiempo menor a 30 seg y con una velocidad continua de 50 mm/min.

2.6. Criterios Éticos

El Código Ético/DIRECTORIO N° 053-2023 [56], establece pautas específicas para la conducta en la investigación científica. Ahora bien, según el Artículo 7, es fundamental citar adecuadamente las fuentes utilizadas en el estudio; seguidamente, el Artículo 8 enfatiza la importancia de la honestidad intelectual en todos los aspectos de la investigación, y finalmente, el Artículo 13 destaca el autoplagio, que se define el rechazo hacia la presentación parcial o total de un trabajo previamente publicado como si fuera original.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Resultado 1: Determinar las propiedades de la fibra de cerámica y de carbono

Tabla X

Propiedades de las fibras de estudio

Fibra	Diam. (μm)	Long. (mm)	Dens. (gr/cm^3)	Esp. (mm)	Res. a la tracción (MPa)	Tensión a la falla (%)	Mód. de Elasticidad (MPa)
Cerámica	3.5	20	2.726	5	0.14	0.97	5.05
Carbono	6	20	1.809	0.337	42.98	1.23	1167.94

En la tabla X, se presentó la síntesis de las propiedades de las fibras de estudio, destacando la densidad y la resistencia a la tracción de estos materiales dado que estuvieron asociados con los hallazgos en los atributos físicos y mecánicos de las mezclas de asfalto que se realizaron en laboratorio.

Resultado 2: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica patrón

Posteriormente a la realización de la combinación teórica granulométrica para la mezcla asfáltica patrón, se pudo saber que para la realización de las briquetas que tenían un peso de 1200 gr, se necesita la cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico mostrado en la tabla XI.

Tabla XI

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla patrón

Componente	Proporción (%)	Peso (gr)
%Peso de C.A	5.6	67.2
Piedra chancada	46.73	560.736
Arena	45.78	549.408
Filler	1.89	22.656

Conociendo las propiedades físicas de los agregados pétreos, se puede calcular las proporciones de cada material en la mezcla asfáltica, a la cual se le realizó las pruebas del Método Marshall, teniendo en cuenta los procedimientos y parámetros del MTC.

Tabla XII

Propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica patrón

Mezcla	C.A (%)	P.U (gr/cm ³)	Vacíos (%)	V.M.A (%)	V.LL.C.A (%)	Polvo / Asfalto	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Rigidez (kg/cm)
Patrón	5.60	2.355	4.39	16.54	72.99	1.20	13.9	1583	2870
Especificaciones	-	-	3-5	14 Min.	-	0.6-1.3	8-14	831.07 Min.	1700- 4000

En la tabla XII, se muestra las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica patrón para un tráfico pesado, las cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos en el MTC.

Resultado 3: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica.

Para la obtención de las proporciones de la mezcla asfáltica patrón se realizó previamente el análisis granulométrico, luego de ello, se procedió con la combinación teórica de todos los agregados para la formación de la mezcla como piedra, arena y filler, teniendo que cumplir con cualquier de las gradaciones para mezcla asfáltica mencionadas en el MTC como MAC-1, MAC-2 o MAC-3. En este caso la combinación teórica resultante cumplía con una gradación MAC-2.

Luego de realizar la combinación teórica granulométrica de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica, se determinó que, para realizar las briquetas de 1200 gr, se requiere la cantidad de agregado, filler, cemento asfáltico y fibra de cerámica indicada en la tabla XIII.

Tabla XIII

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica

Componente	Proporción (%)	Peso (gr)
%Peso de C.A	5.60	67.20
Piedra chancada	46.49	557.93
Arena	45.56	546.66
Filler	1.88	22.54
0.50% Fibra de cerámica	0.47	5.66
%Peso de C.A	5.42	65.04
Piedra chancada	46.47	557.59
Arena	45.53	546.33
Filler	1.88	22.53
0.75% Fibra de cerámica	0.71	8.51
%Peso de C.A	5.64	67.68
Piedra chancada	46.24	554.89
Arena	45.31	543.68
Filler	1.87	22.42
1.00% Fibra de cerámica	0.94	11.32
%Peso de C.A	5.5	66.00
Piedra chancada	46.08	552.91
Arena	45.15	541.74
Filler	1.86	22.34
1.50% Fibra de cerámica	1.42	17.01

Los atributos físico-mecánicas de la mezcla de asfalto se consiguieron de las pruebas realizadas del método Marshall, siguiendo sus procedimiento y parámetros establecido en el MTC.

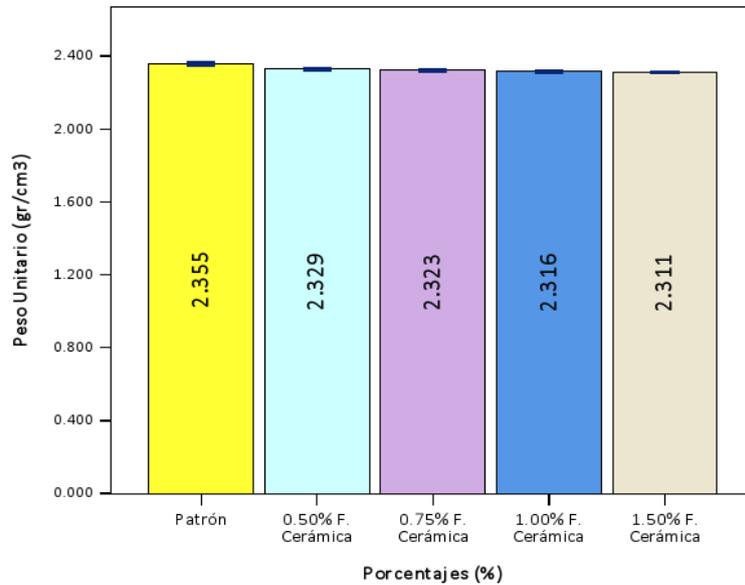


Fig 7. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 7, se observó que a razón que la cantidad de fibra de cerámica aumentaba, el peso unitario de la mezcla disminuía gradualmente, esto se debe a la diferente entre el peso específico que la fibra de cerámica y el de los agregados minerales de la mezcla de asfalto.

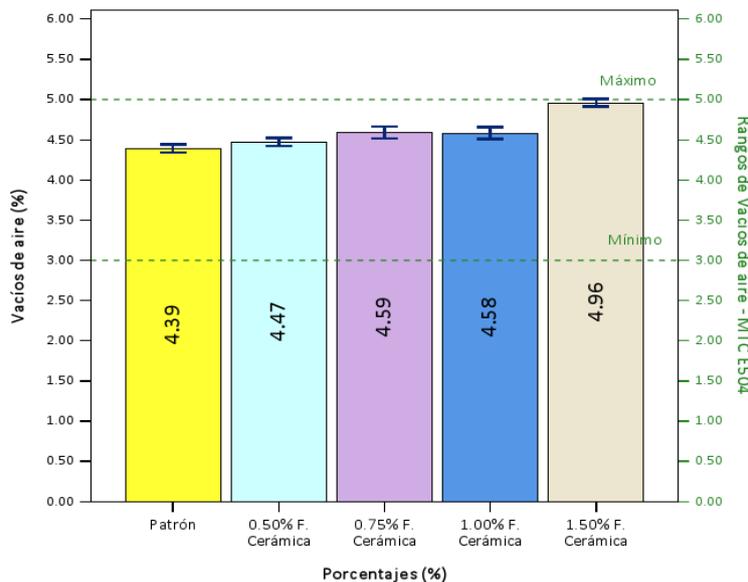


Fig 8. Vacíos de aire en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 8, denota que los vacíos de aire estuvieron dentro del rango establecido por la MTC E504 que es de 3% - 5%, asimismo, esta propiedad se encuentra relacionada con la estabilidad del pavimento puesto que un porcentaje bajo de vacíos originaría una mezcla inestable debido a un flujo plástico.

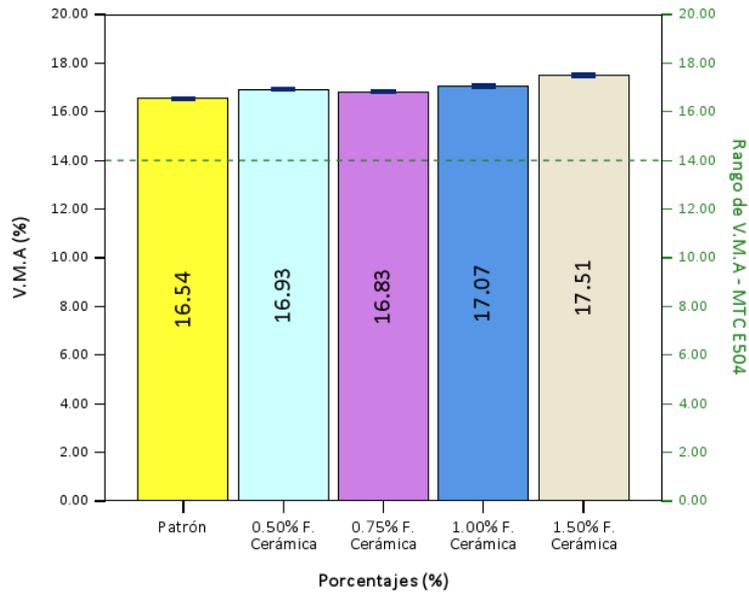


Fig 9. Vacíos en el agregado mineral en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 9, se muestra que conforme aumenta la dosis de fibra de cerámica en la mezcla de asfalto origina que exista una más alta cantidad de vacíos de aire en los gránulos de los agregados, teniendo relación con el aumento de la proporción de vacíos de aire en la fig. 8.

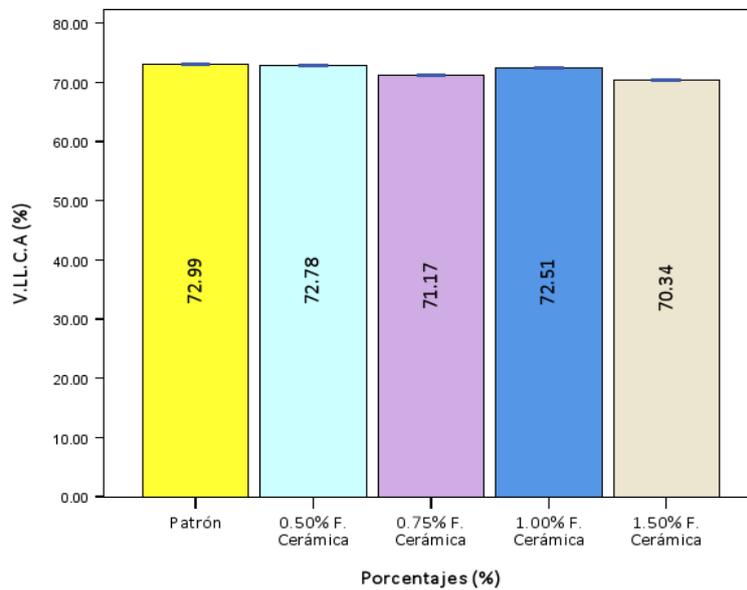


Fig 10. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 10, se expone que los vacíos llenos de asfalto disminuyen en tanto se incorpore una dosis mayor de fibra de cerámica, esto indica que una menor cantidad de vacíos en el agregado mineral está siendo llenado por asfalto y más por aire.

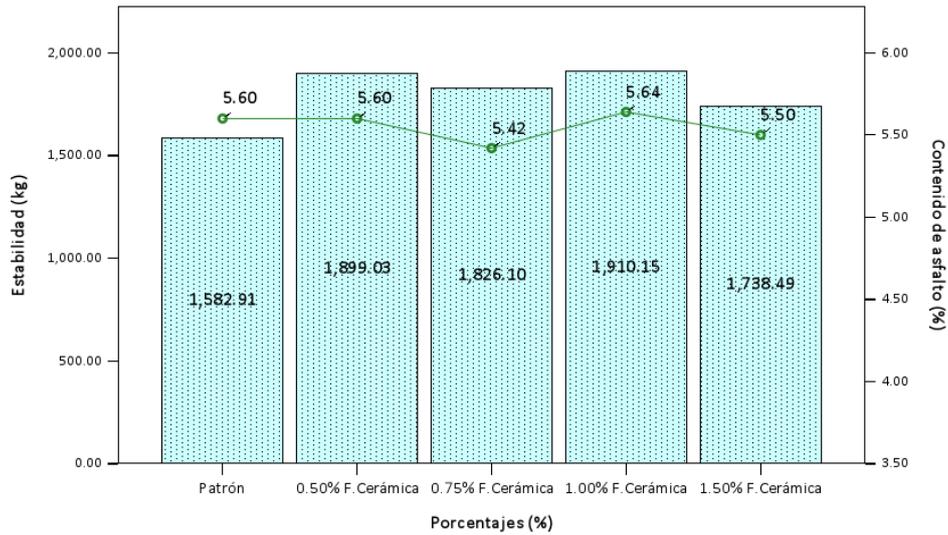


Fig 11. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica.

En la fig 11, denota que el óptimo contenido de asfalto estuvo entre 5.42% y 5.64%, no presentando una gran variación con un mayor contenido de fibra de cerámica en la mezcla, asimismo, es así que con el mayor contenido de asfalto que fue de 5.64% se alcanzó la mayor estabilidad que fue de 1910.15 kg con una incorporación de fibra de cerámica del 1.00%.

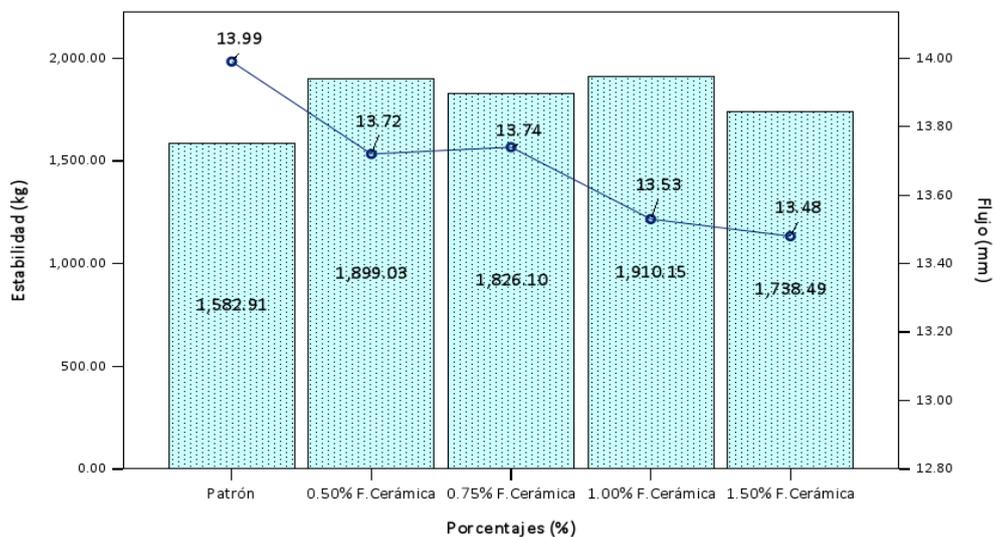


Fig 12. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 12, se contempla que en la totalidad de las mezclas de asfalto dieron cumplimiento con las exigencias establecidos en la norma MTC, siendo un mínimo de 8.151 Kn (831.07 kg) para la estabilidad y el flujo entre un rango de 8 – 14 mm para tráfico pesado.

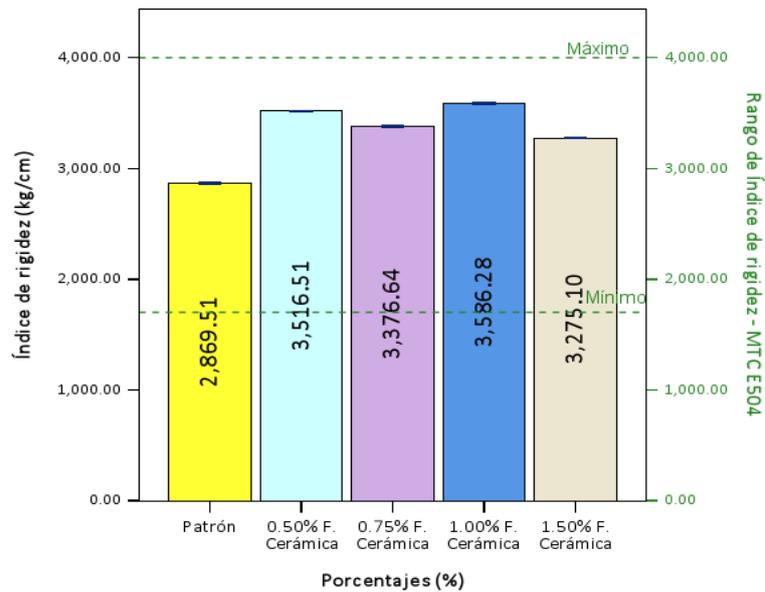


Fig 13. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 13, se indicó que la mezcla de asfalto que integran fibra de cerámica produce que el índice de rigidez aumente, esto se relaciona con el crecimiento de la estabilidad y el decrecimiento del flujo, encontrándose en las exigencias señaladas por la normativa del MTC que son de 1700 – 4000 kg/cm.

Luego de haber analizado cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica se presenta el siguiente cuadro con la finalidad de conocer el incremento o disminución de cada una de ellas con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Tabla XIV

Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica

Muestra	Patrón	0.50% F. Cer.	Δ (%)	0.75% F. Cer.	Δ (%)	1.00% F. Cer.	Δ (%)	1.50% F. Cer.	Δ (%)
% C. A.	5.6	5.6	0.0	5.4	-3.2	5.6	0.7	5.5	-1.8
P. Unitario	2.4	2.3	-1.1	2.3	-1.4	2.3	-1.7	2.3	-1.9
Vacios	4.4	4.5	1.8	4.6	4.6	4.6	4.3	5.0	13.0
V.M.A.	16.5	16.9	2.4	16.8	1.8	17.1	3.3	17.5	5.9
V. LL.C.A.	73.0	72.8	-0.3	71.2	-2.5	72.5	-0.6	70.3	-3.6
Polvo / asfalto	1.2	1.2	3.2	1.2	1.5	1.3	4.9	1.2	3.1
Flujo	14.0	13.7	-1.9	13.7	-1.8	13.5	-3.3	13.5	-3.6
Estabilidad	1582.9	1899.0	20.0	1826.1	15.4	1910.1	20.7	1738.5	9.8
Rigidez	2869.5	3516.5	22.5	3376.6	17.7	3586.3	25.0	3275.1	14.1

Resultado 4: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de carbono.

Luego de realizar la combinación teórica granulométrica de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica, se determinó que, para realizar las briquetas de 1200 gr, se requiere la cantidad de agregado, filler, cemento asfáltico y fibra de carbono indicada en la tabla XV.

Tabla XV

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica

Componente	Proporción (%)	Peso (gr)
%Peso de C.A	5.75	69.00
Piedra chancada	46.42	557.05
Arena	45.48	545.79
Filler	1.88	22.51
0.50% Fibra de carbono	0.47	5.66
%Peso de C.A	5.65	67.80
Piedra chancada	46.35	556.24
Arena	45.42	545.00
Filler	1.87	22.47
0.75% Fibra de carbono	0.71	8.49
%Peso de C.A	5.43	65.16
Piedra chancada	46.34	556.13
Arena	45.41	544.89
Filler	1.87	22.47
1.00% Fibra de carbono	0.95	11.35
%Peso de C.A	5.57	66.84
Piedra chancada	46.04	552.50
Arena	45.11	541.34
Filler	1.86	22.32
1.50% Fibra de carbono	1.42	17.00

Los atributos físico-mecánicos de la mezcla de asfalto se determinó de la información conseguida en las pruebas del método Marshall, siguiendo sus procedimiento y parámetros establecido en el MTC.

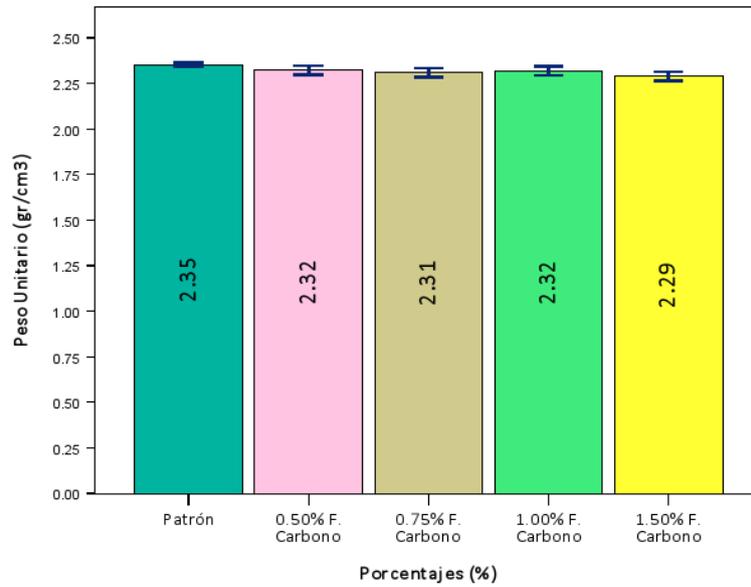


Fig 14. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 14, se estableció que con una más alta integración de fibra de carbono el peso unitario de la mezcla de asfalto disminuyó gradualmente, esto se debe a la diferente entre el peso específico que la fibra de carbono y el de los agregados de la mezcla de asfalto.

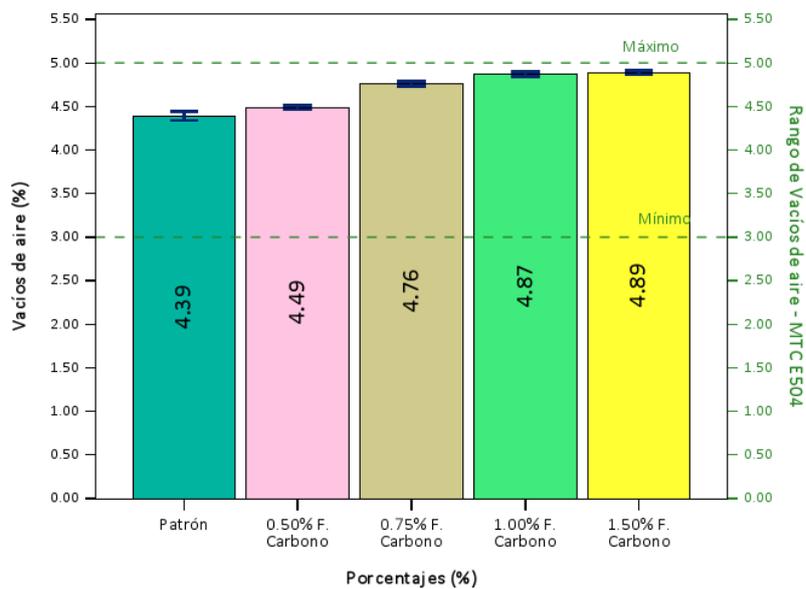


Fig 15. Vacíos de aire de la mezcla asfáltica con fibra de carbono

En la fig 15, se expuso que los vacíos de aire estuvieron dentro del rango establecido por la MTC E504 que es de 3% - 5%, asimismo, esta propiedad se encuentra relacionada con la estabilidad del pavimento puesto que un porcentaje bajo de vacíos originaria una mezcla inestable debido a un flujo plástico.

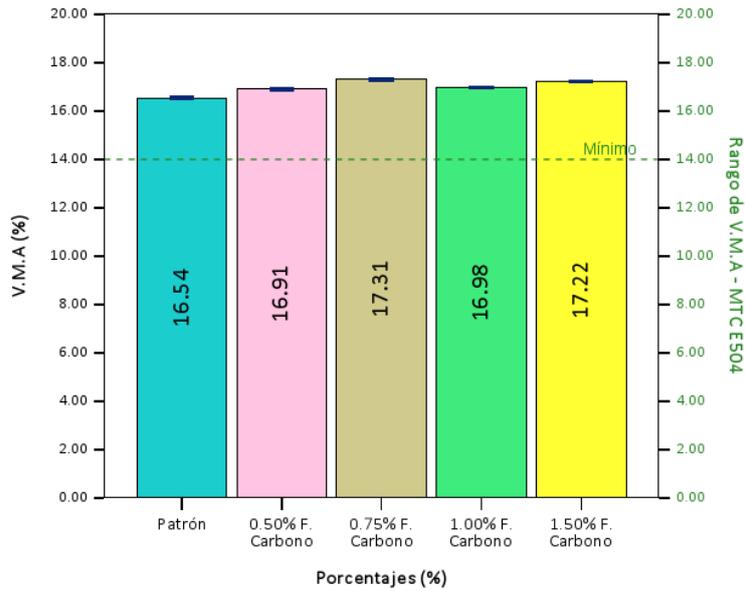


Fig 16. Vacíos en el agregado mineral de la mezcla asfáltica con fibra de carbono

En la fig 16, se muestra que una más alta dosis de fibra de carbono en la mezcla asfáltica produce que los vacíos de aire existentes en los gránulos de agregados aumenten, teniendo relación con el incremento de la proporción de vacíos de aire.

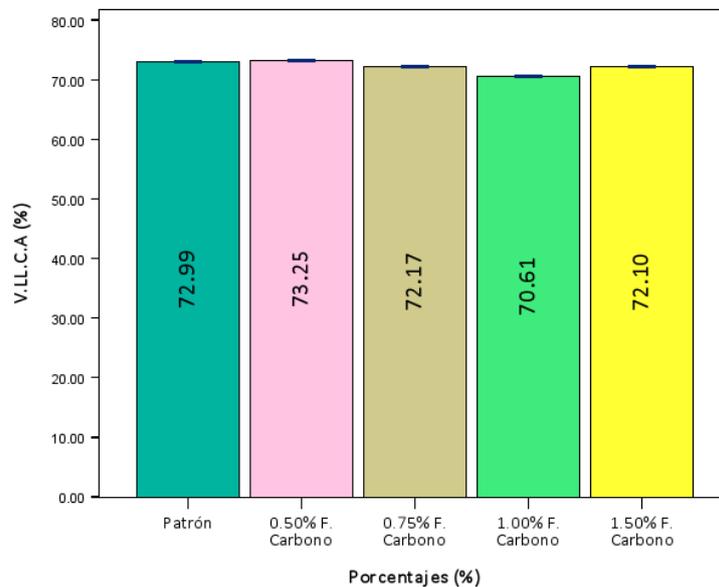


Fig 17. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 17, se exhibió que los vacíos llenos de asfalto disminuyen con una más alta integración de fibra de carbono, esto indica que una menor cantidad de vacíos del agregado mineral está siendo llenado por asfalto y más por aire.

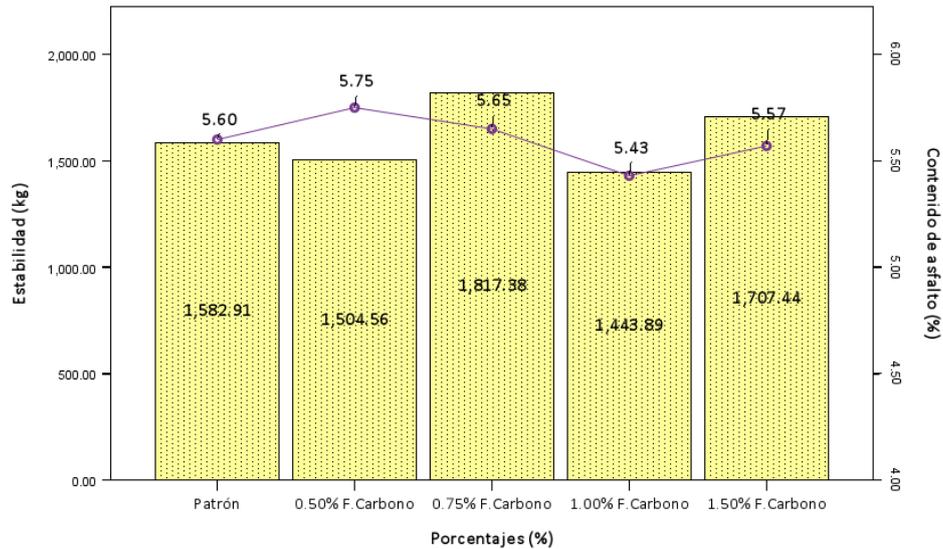


Fig 18. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig. 18, se observó que el óptimo contenido de asfalto exhibe un comportamiento variable no generando una tendencia a la alza o baja constante, estando entre un rango de 5.43% y 5.75%, asimismo, se conoció que las mezclas asfálticas que mejor desempeño mostraron fueron las que contenían 0.75% y 1.50% de fibra de carbono, y siendo la que contenía 0.75% de fibra la que mayor estabilidad y contenido de asfalto obtuvo con 1817.38 kg y 5.65% respectivamente.

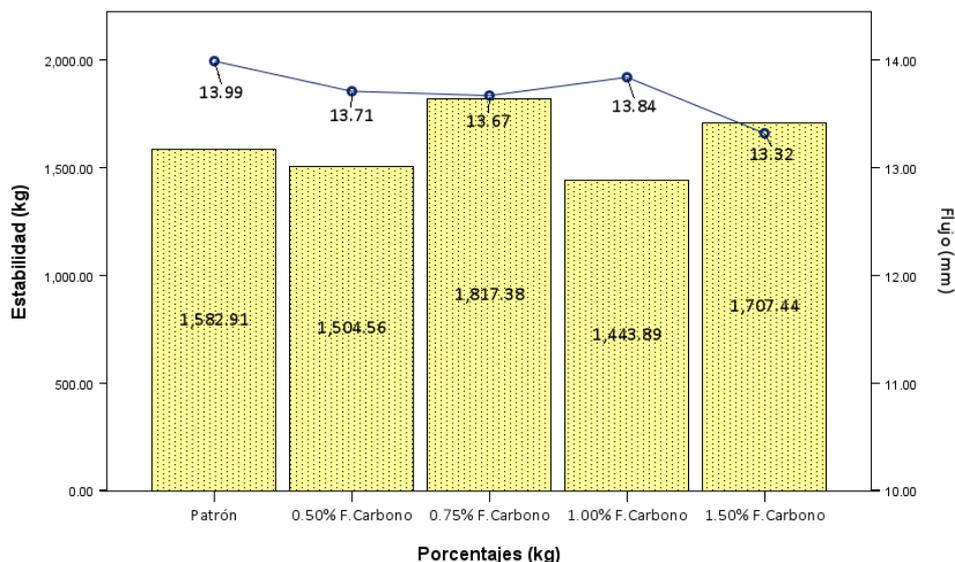


Fig 19. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 19, se exhibió que con una mayor incorporación de fibra de carbono el flujo disminuyó progresivamente, asimismo, la mezcla asfáltica que mejor relación estabilidad y flujo presento

fue la que contenía un 0.75% de fibra de carbono, obteniendo un flujo de 13.67 mm y una estabilidad de 1817.38 kg.

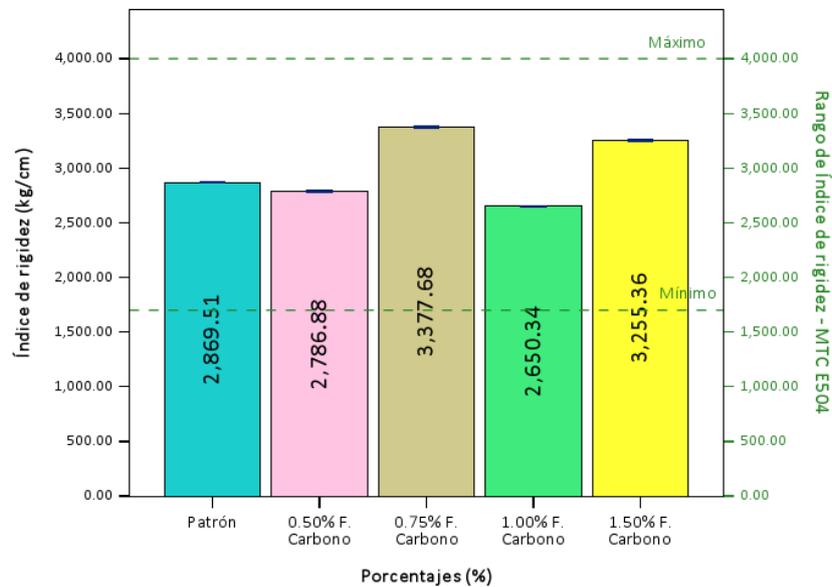


Fig 20. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 20, se contempla que el índice de rigidez se encontró en cumplimiento de las exigencias indicadas por las normativas MTC que son de 1700 – 4000 kg/cm.

Luego de haber analizado cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono se presenta el siguiente cuadro con la finalidad de conocer el incremento o disminución de cada una de ellas con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Tabla XVI

Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono

Muestra	Patrón	0.50% F. Car.	Δ (%)	0.75% F. Car.	Δ (%)	1.00% F. Car.	Δ (%)	1.50% F. Car.	Δ (%)
% C. A.	5.6	5.8	2.7	5.7	0.9	5.4	-3.0	5.6	-0.5
P. Unitario	2.4	2.3	-1.3	2.3	-2.0	2.3	-1.7	2.3	-2.9
Vacios	4.4	4.5	2.2	4.8	8.4	4.9	11.0	4.9	11.3
V.M.A.	16.5	16.9	2.3	17.3	4.7	17.0	2.7	17.2	4.1
V. LL.C.A.	73.0	73.2	0.4	72.2	-1.1	70.6	-3.2	72.1	-1.2
Polvo / asfalto	1.2	1.2	3.6	1.2	3.4	1.2	2.0	1.3	6.2
Flujo	14.0	13.7	-2.0	13.7	-2.3	13.8	-1.1	13.3	-4.8
Estabilidad	1582.9	1504.6	-5.0	1817.4	14.8	1443.9	-8.8	1707.4	7.9
Rigidez	2869.5	2786.9	-2.9	3377.7	17.7	2650.3	-7.6	3255.4	13.4

Resultado 5: Propiedades físico-mecánicas de la combinación óptima de la fibra de cerámica y de carbono.

Después de realizar la combinación teórica granulométrica de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica y carbono, se determinó que, para realizar las briquetas de 1200 gr, se requiere la cantidad de agregado, filler, cemento asfáltico y fibra de carbono indicada en la tabla XVII.

Tabla XVII

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica y carbono

Componente	Proporción (%)	Peso (gr)
%Peso de C.A	5.40	64.80
Piedra chancada	46.24	554.90
Arena	45.31	543.69
Filler	1.87	22.42
0.50% F. Cerámica	0.47	5.68
0.75% F. Carbono	0.71	8.51
%Peso de C.A	5.35	64.20
Piedra chancada	45.80	549.57
Arena	44.87	538.47
Filler	1.85	22.20
1.50% F. Cerámica	1.42	17.04
0.75% F. Carbono	0.71	8.52
%Peso de C.A	5.50	66.00
Piedra chancada	45.61	547.30
Arena	44.69	536.24
Filler	1.84	22.11
1.00% F. Carbono	0.95	11.34
1.50% F. Cerámica	1.42	17.01
%Peso de C.A	5.62	67.44
Piedra chancada	45.78	549.40
Arena	44.86	538.31
Filler	1.85	22.20
1.00% F. Cerámica	0.94	11.33
1.00% F. Cerámica	0.94	11.33
%Peso de C.A	5.77	69.24
Piedra chancada	45.83	549.93
Arena	44.90	538.82
Filler	1.85	22.22
1.00% F. Cerámica	0.94	11.31
0.75% F. Cerámica	0.71	8.48
%Peso de C.A	5.70	68.40
Piedra chancada	45.98	551.74
Arena	45.05	540.59

Filler	1.86	22.29
1.00% F. Cerámica	0.94	11.32
0.50% F. Cerámica	0.47	5.66
%Peso de C.A	5.38	64.56
Piedra chancada	46.13	553.61
Arena	45.20	542.43
Filler	1.86	22.37
0.75% F. Carbono	0.71	8.52
0.75% F. Cerámica	0.71	8.52

Mediante lo expuesto en los resultados anteriores se pudo conocer que la dosificación óptima de los materiales experimente fue de 1.00% para la fibra de cerámica y de 0.75% para la fibra de carbono, es así que se procedió con la combinación del óptimo de cada grupo con cada una de las dosificaciones del grupo opuesto.

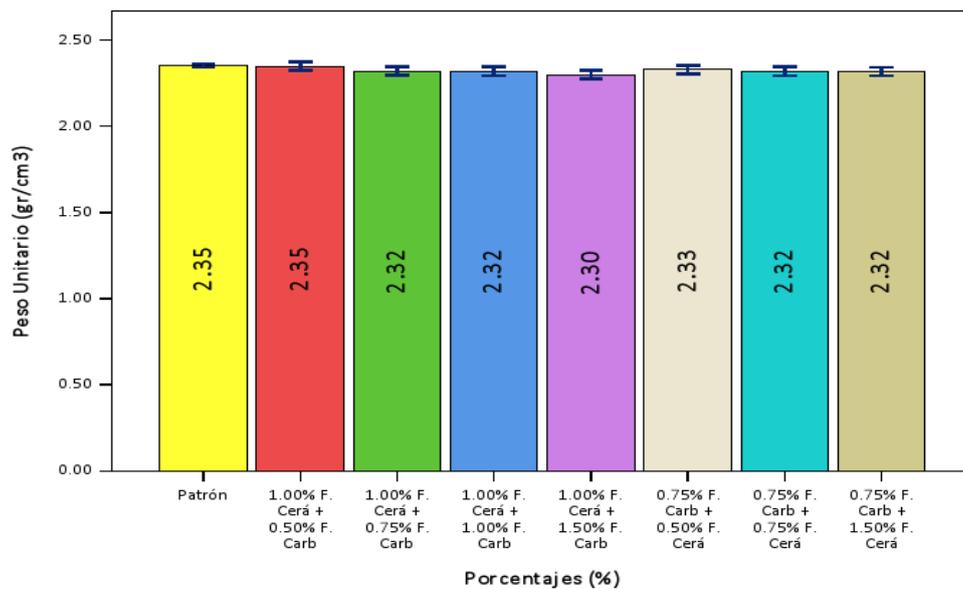


Fig 21. Peso unitario en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la figura 21, se observó que el peso específico de las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y de carbono presentan un menor valor en correspondencia a la mezcla de asfalto patrón.

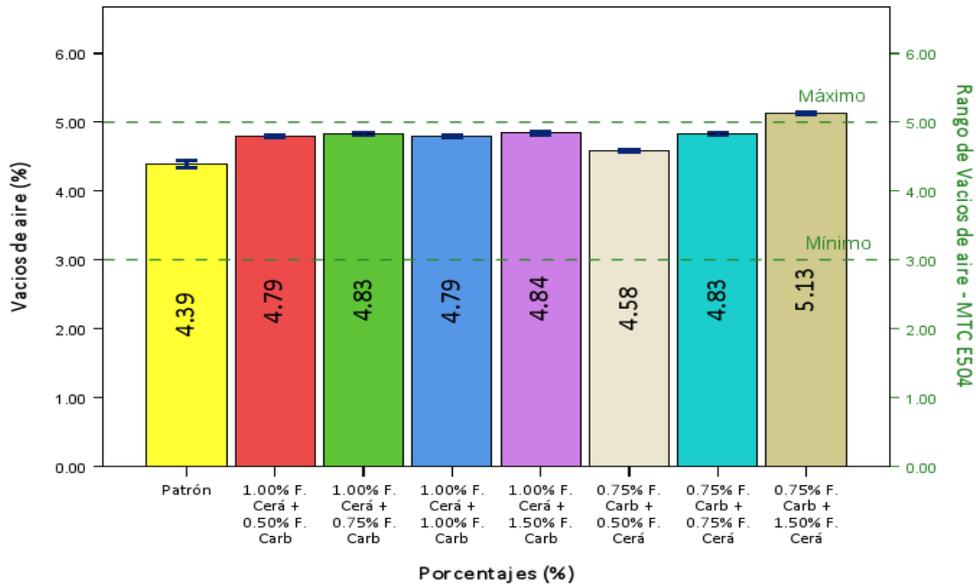


Fig 22. Vacíos de aire en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En fig 22, se contempla que el contenido de vacíos de aire cumple en la mayoría de las mezclas, encontrándose entre los rangos de 3-5% del MTC, no obstante, la mezcla con 0.75% de fibra de carbono + 1.50% de fibra de cerámica sobrepasa el rango máximo con un valor de 5.13%.

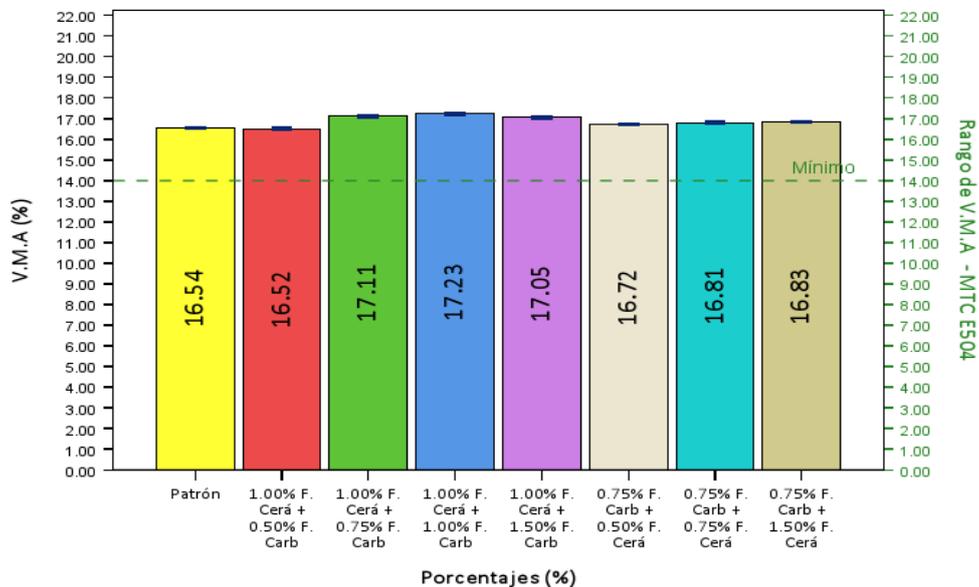


Fig 23. Vacíos en el agregado mineral en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la fig 23, se expone una conducta variante aumentando el contenido de vacíos en el agregado mineral conforme se incorpora una más alta dosis de cantidad de fibra.

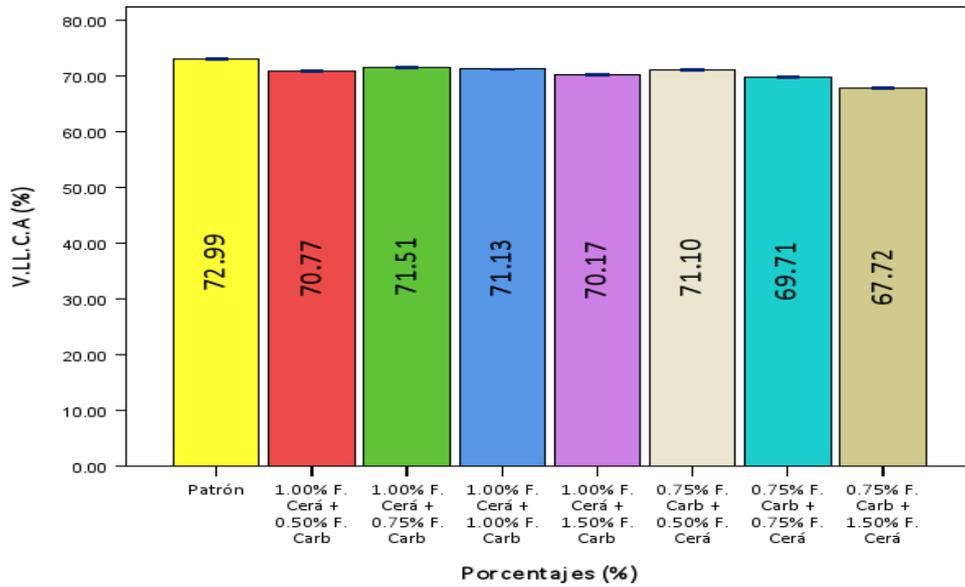


Fig 24. Vacíos llenos de asfalto en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la fig 24, con una mayor dosificación de fibras se presentó una disminución de los vacíos llenos de asfalto.

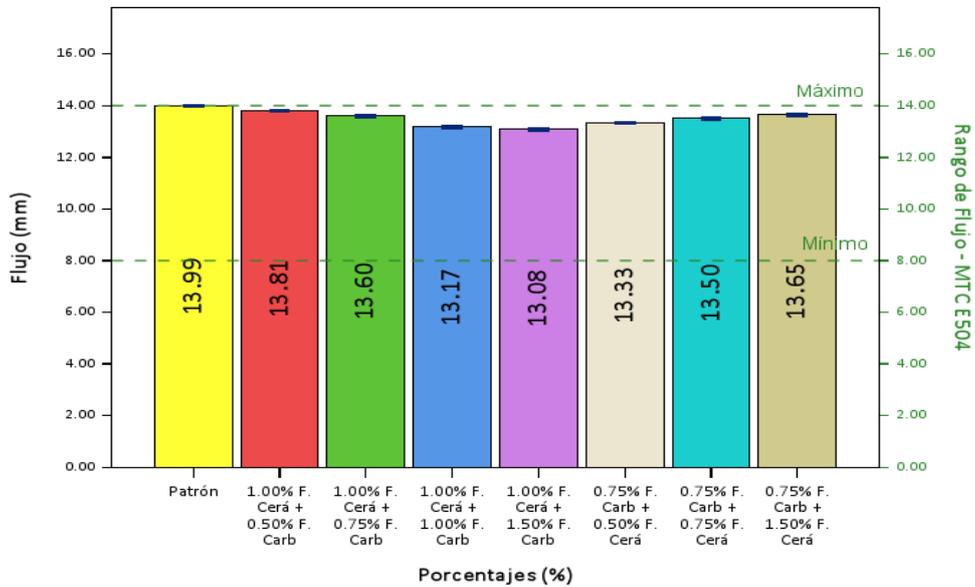


Fig 25. Flujo en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

La fig 25, indica que con cualquier incorporación de fibra origina que la mezcla asfáltica endurecida presente una menor deformación en comparación a la mezcla asfáltica patrón, asimismo, todas las mezclas estuvieron dentro de los rangos límites establecidos por la MTC que son de 8 – 14 mm.

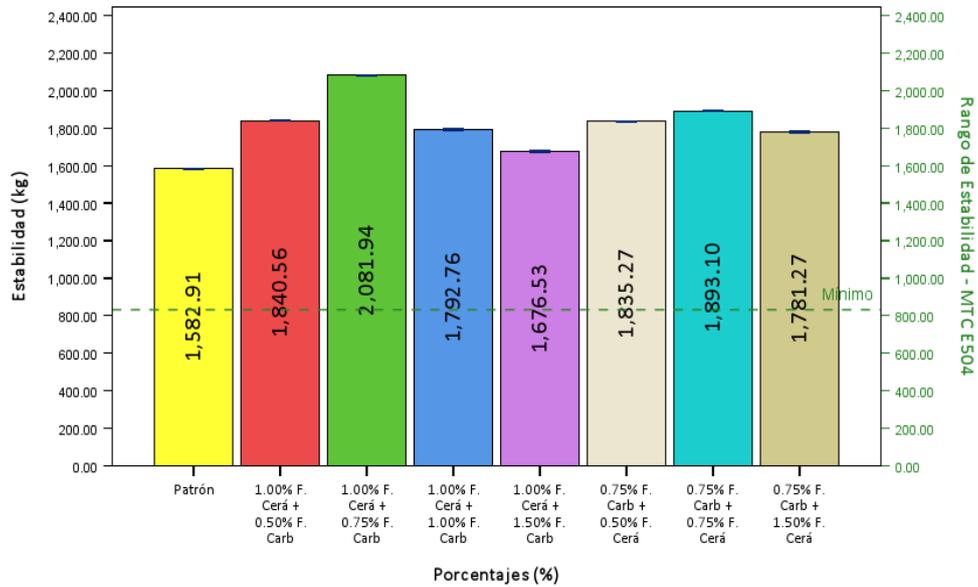


Fig 26. Estabilidad en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En fig. 26, se demostró que la mezcla asfáltica que alcanzó la mayor estabilidad fue la que contenía la combinación de 1.00% de fibra de cerámica y 0.75% de fibra de carbono obteniendo un resultado de 2081.94 kg.

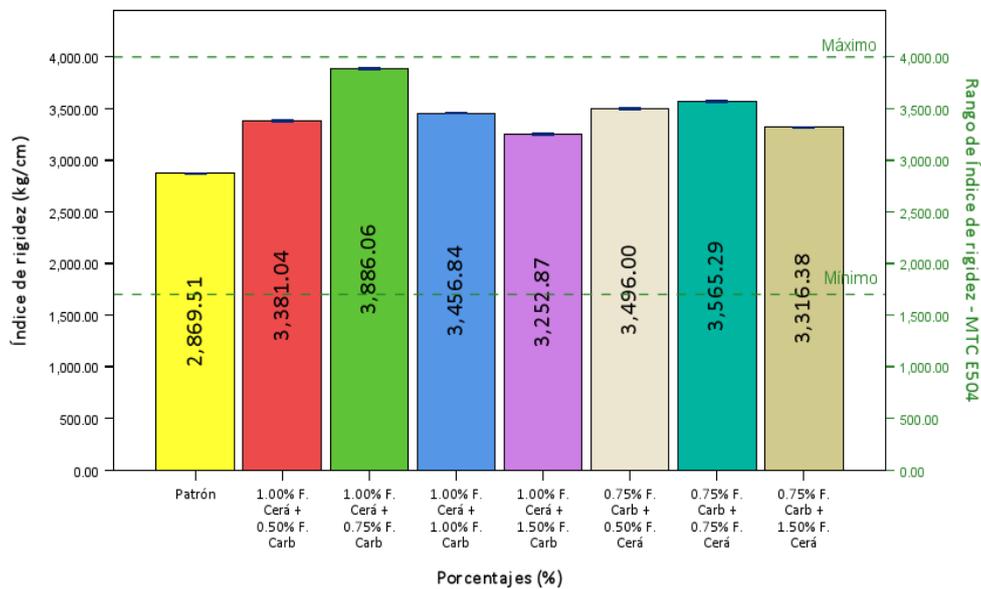


Fig 27. Índice de rigidez en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la fig 27, a medida que crece la dosis de fibras en la mezcla presenta una conducta semejante a la estabilidad, haciendo que el índice de rigidez se acrecenté acorde a la relación

de la estabilidad con el flujo, de tal forma, se contempló que cumpla con las exigencias del MTC que son de 1700 – 4000 kg/cm.

Posterior al análisis cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono + fibra de cerámica se presenta el siguiente cuadro con la finalidad de conocer el incremento o disminución de cada una de ellas con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Tabla XVIII

Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono + fibra de cerámica

Muestra	% C. A.	P. unitario	Vacíos	V.M.A	V. LL.C.A.	Polvo / asfalto	Flujo	Estab.	Rig.
Patrón	5.6	2.4	4.4	16.5	73.0	1.2	14.0	1582.9	2869.5
0.75% F. Car. + 0.50% F. Cer.	5.4	2.3	4.6	16.7	71.1	1.2	13.3	1835.3	3496.0
Δ (%)	-3.6	-1.2	4.3	1.1	-2.6	3.1	-4.7	15.9	21.8
0.75% F. Car. + 1.50% F. Cer.	5.4	2.3	5.1	16.8	67.7	1.2	13.7	1781.3	3316.4
Δ (%)	-4.5	-1.6	16.8	1.8	-7.2	0.4	-2.4	12.5	15.6
1.00% F.Cer. + 1.50% F. Car.	5.5	2.3	4.8	17.0	70.2	1.3	13.1	1676.5	3252.9
Δ (%)	-1.8	-2.3	10.2	3.1	-3.9	4.6	-6.5	5.9	13.4
1.00% F.Cer. + 1.00% F. Car.	5.6	2.3	4.8	17.2	71.1	1.3	13.2	1792.8	3456.8
Δ (%)	0.4	-1.6	9.2	4.2	-2.5	6.1	-5.9	13.3	20.5
1.00% F.Cer + 0.75% F. Car	5.8	2.3	4.8	17.1	71.5	1.3	13.6	2081.9	3886.1
Δ (%)	3.0	-1.4	10.0	3.5	-2.0	4.7	-2.8	31.5	35.4
1.00% F.Cer + 0.50% F. Car	5.7	2.3	4.8	16.5	70.8	1.2	13.8	1840.6	3381.0
Δ (%)	1.8	-0.2	9.0	-0.1	-3.0	-1.0	-1.2	16.3	17.8
0.75% F. Car + 0.75% F. Cer	5.4	2.3	4.8	16.8	69.7	1.2	13.5	1893.1	3565.3
Δ (%)	-3.9	-1.5	10.0	1.6	-4.5	2.1	-3.5	19.6	24.2

3.2. Discusiones

Discusión 1: En la tabla XIX, se observó que el diámetro de fibra utilizado con más frecuencia por los autores es de 3 μm , mientras que, la densidad que posee la fibra comúnmente ronda entre 0.028 a 2.726 gr/cm^3 , de la misma manera, las fibras empleadas por Wang et al., [25] las que se distancian en gran medida con un valor de 3000 MPa, asimismo, en la investigación se obtuvo una tensión a la falla de 0.97% y un módulo elástico de 5.05 MPa.

Tabla XIX

Comparación de atributos de la fibra de cerámica

Atributo	Fibra de estudio	Arabani y Shabani [57]	Wang et al., [25]	Al-Saadi y Ismael [27]	Al-Saad y Ismael [44]
Diámetro (μm)	3.50	2.5–3	2 – 3	4	7
Densidad (gr/cm^3)	2.726	0.08	1.80	0.13	0.028
Longitud (mm)	20	20	2 – 4	3	2
Espesor (mm)	5	-	-	-	-
Tensión a la falla (%)	0.97	-	-	-	-
Resistencia a la tracción (MPa)	0.14	-	3000	0.084	0.083
Módulo de elasticidad (MPa)	5.05	-	-	-	-

En la tabla XX, se observó que el diámetro de la fibra de carbono en esta investigación fue de 6 (μm), asimismo, únicamente Upadhya et al., [16] y Alfalah et al., [8] indicaron las longitudes de fibra de carbono con las que trabajaron, variando entre 6 a 12 mm, por otro lado, la densidad que poseía la fibra utilizada con mayor frecuencia en las investigación era aproximadamente 1.81 gr/cm^3 en promedio, siendo el autor Zarei et al., [19] que utilizo una fibra que poseía una densidad distinta variando entre 1.50 – 1.60 gr/cm^3 , asimismo, existe una diferente entre el espesor de la fibra usada por Mawat y Ismael [20] y la fibra de estudio que es casi el doble, en tanto, la tensión a la falla que resiste la fibra varía se encuentra entre los rango de 1.23 a 2 %, además, el módulo de elasticidad propio de la fibra de carbono

difieren entre la fibra utilizada por Mawat y Ismael [20] y Zarei et al., [19], rondando entre 40000 a 225000 MPa, por último, la cualidad de resistencia a la tracción no se asemeja entre cada autor pudiendo variar de 42.98 a 40000 MPa.

Tabla XX

Comparación de atributos de la fibra de carbono

Atributo	Fibra en estudio	Zarei et al., [19]	Upadhya et al., [16]	Mawat y Ismael [20]	Alfalah et al., [8]
Diámetro (μm)	6	-	-	-	-
Densidad (gr/cm^3)	1.809	1.5 – 1.6	1.80	1.82	1.80
Longitud (mm)	20	-	12	-	6
Espesor (mm)	0.337	-	-	0.167	-
Tensión a la falla (%)	1.23	-	2	1.7	-
Resistencia a la tracción (MPa)	42.98	900 – 1100	5790	40000	4137
Módulo de elasticidad (MPa)	1167.64	40000	-	225000	-

Discusión 2: De acuerdo a la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica patrón, se demostró que este cumple con las especificaciones de brinda el MTC, para un tipo de tráfico pesado. Con respecto a los datos obtenidos, se encuentran en concordancia a lo presentado por Aguilar y Chauca [30], Al-Saadi and Ismael [27] y Sahar and Mohammed [26], los cuales cumplen con las especificaciones establecidas para la mezcla asfáltica, pero presentando variación entre ellos debido al lugar de estudio de cada investigación.

Tabla XXI

Comparación de mezcla asfáltica patrón en diversas investigaciones

Tipo	C.A (%)	P.U (gr/cm ³)	Vacíos (%)	V.M.A (%)	V.LL.C.A (%)	Polvo / Asfalto	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Rigidez (kg/cm)
Investigación	5.60	2.355	4.39	16.54	72.99	1.20	13.9	1583	2870
Aguilar y Chauca [30]	6.50	-	4.59	21.16	56.51	-	3.70	1684.32	-
Al-Saadi and Ismael [27]	-	2.341	4.06	15.31	73.49	-	3.52	1070.7	-
Sahar and Mohammed [26]	-	2.345	4.03	15.16	73.44	-	3.34	1073.76	3212.10

Discusión 3: Los atributos de la mezcla de asfalto experimental con fibra de cerámica, exhibieron que con dicha incorporación se lograba mejorar la estabilidad a la par que disminuía el flujo, asimismo, los vacíos de aire y VMA aumentaban, obteniendo como dosificación óptima la del 1.00% de fibra de cerámica con un contenido de asfalto ideal del 5.64%, estabilidad de 1910.15 kg y un flujo de 13.53 mm, esta tendencia coincide con lo logrado con Whang [25] y Sahar y Mohammed [26], y Al-Saadi y Ismael [27] que con una mayor incorporación de fibra de cerámica se lograba una mezcla más resistente y menos deformable frente a las cargas

Tabla XXII

Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de cerámica

Fibra de cerámica	Ópt. (%)	OCA (%)	Δ (%)	Estab. (kg)	Δ (%)	Flujo (mm)	Δ (%)	Vacíos (%)	Δ (%)	VMA (%)	Δ (%)	VLLCA (%)	Δ (%)
Tesis	1.00	5.64	-0.71	1910.15	20.67	13.53	-3.28	4.58	4.33	17.07	3.26	72.51	-0.65
Whang [25]	0.40	5.38	5.49	1325.00	16.02	3.90	34.48	4.05	4.38	15.87	11.76	-	-
Sahar y Mohammed [26]	1.00	-	-	1465.33	36.47	2.67	-20.06	-	-	-	-	-	-
Al-Saadi y Ismael [27]	1.50	-	-	1488.79	39.05	3.18	-9.66	4.52	11.41	16.25	6.14	72.19	-1.77

Discusión 4: El contenido de asfalto ideal para las mezclas modificadas varía en relación a cada dosificación de fibra de carbono encontrándose entre 5.43 – 5.75%, asimismo, la dosificación del 0.75% de fibra en la mezcla asfáltica fue la que mejor comportamiento obtuvo con un contenido de asfalto del 5.65% siendo este mayor en 0.5% correspondientemente a la mezcla de asfalto sin modificación, además de lograr una estabilidad de 1817.38 kg y un flujo de 13.67 suponiendo un aumento del 14.81% y una disminución del 3.02%, del mismo modo, la tendencia de las propiedades volumétricas presentaron un aumento, con respecto a lo obtenido las investigaciones de Mawat and Ismael, [20], Zarei et al., [22] y Zarei et al., [19] presentaron tendencia similares a lo mencionado, sin embargo, las dosificaciones que mejor desempeño mostraron fueron 0.30% - 2.00%.

Tabla XXIII

Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de carbono

Fibra de carbono	Ópt. (%)	OCA (%)	Δ (%)	Estab. (kg)	Δ (%)	Flujo (mm)	Δ (%)	Vacíos (%)	Δ (%)	VMA (%)	Δ (%)	VLLCA (%)	Δ (%)
Tesis	0.75	5.65	0.89	1817.38	14.81	13.67	-2.29	4.76	8.45	17.31	4.65	72.17	1.12
Zarei et al., [22]	1.50	5.00	0.00	1100.00	31.74	5.5	103.7	8.40	86.6	19.52	21.2	56.97	-20.9
Mawat and Ismael [20]	0.30	5.40	10.2	1082.94	51.13	2.70	-15.6	4.2	21.7	17.72	16.7	74.80	-4.10
Zarei et al., [19]	0.50	5.00	0.00	1184.22	31.74	2.90	7.40	8.10	80.0	19.00	18.8	58.00	-19.4

Discusión 5: De los expuestos en el análisis de resultados anteriores se puede indicar que la combinación óptima de fibra de cerámica y de carbono se alcanza con una dosis de 1.00% + 0.75% de cada fibra correspondientemente, logrando un mejor performance físico-mecánico en contraste a las demás muestras que combinan estas dos fibras, además, esta mejora se debe a que las fibras han proporcionado con sus cualidades propias una mejora de la resistencia disminuyendo la deformación causada por las cargas.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- OE1: Las fibras de cerámica y carbono mejoran la adherencia entre el ligante asfáltico y el agregado, proporcionando mayor resistencia frente a cargas y menor deformación. Las dosificaciones óptimas fueron 1% de fibra de cerámica, 0.75% de fibra de carbono y su combinación, con estabilidades de hasta 2081.94 kg y flujos de hasta 13.53 mm.
- OE2: La mezcla asfáltica patrón obtuvo un contenido de asfalto óptimo de 5.60%, asimismo cumplió con las especificaciones del MTC, teniendo un peso unitario de 2.355 gr/cm³, vacíos de aire de 4.39%, V.M.A de 16.54%, V.LL.C.A de 72.99%, polvo/asfalto de 1.20, flujo de 13.9 mm, estabilidad de 1583 kg y rigidez de 2870 kg/cm.
- OE3: La incorporación de fibra de cerámica aumenta el rendimiento de la mezcla asfáltica, especialmente a dosis de 1%. Logrando una estabilidad un 20.67% mayor y una reducción del 3.28% en el flujo, cumpliendo con los requisitos de la normativa del MTC E504 en cuanto a propiedades volumétricas.
- OE4: La fibra de carbono mejora la mezcla de asfalto, sobre todo a dosis de 0.75% y 1.50%. La dosificación de 0.75% muestra el mejor comportamiento, con una estabilidad un 14.81% mayor y una reducción del 2.29% en el flujo, también cumpliendo con los requisitos normativos en propiedades volumétricas.
- OE5: La combinación de fibra de cerámica y carbono, específicamente con 1.00% de cerámica y 0.75% de carbono, supera el rendimiento de las mezclas con cada fibra por separado. Se alcanza un contenido de asfalto ideal del 5.77%, incrementando la estabilidad en un 31.53% y disminuyendo el flujo en un 2.80% en comparación con la mezcla sin modificación.

4.2. Recomendaciones

- OE1: Se recomienda utilizar fibras de cerámica y carbono de tamaño igual o menor a 20 mm, ya que generan mejoras significativas en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica a dosis de 1.00% de cerámica, 0.75% de carbono y su combinación, además de facilitar su manipulación durante la preparación.
- OE2: Se recomienda medir continuamente la temperatura del asfalto durante el mezclado, ya que de no mantenerla dentro del rango especificado por el MTC puede causar errores en la calidad de la mezcla asfáltica.
- OE3: Se aconseja emplear dosificaciones inferiores a 1.00% para la fibra de cerámica y 0.75% para la fibra de carbono, ya que dosificaciones mayores tienden a disminuir la estabilidad de la mezcla asfáltica, especialmente con dosis de 1.50%, lo que podría comprometer su calidad.
- OE4: Se sugiere realizar un análisis químico de las fibras de cerámica y carbono antes de su incorporación en la mezcla de asfalto, ya que podrían contener compuestos que afecten la resistencia de la mezcla endurecida, lo que explicaría las variaciones en la estabilidad observadas en las dosificaciones de 0.75% y 1.50%.
- OE5: Se recomienda utilizar la combinación de 1.00% de fibra de cerámica y 0.75% de fibra de carbono en la mezcla de asfalto, ya que ofrece mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas, como un incremento del 31.53% en la estabilidad y una mejora del 2.80% en el flujo.

REFERENCIAS

- [1] F. A. L. Castro, R. T. Vicente, A. B. L. Lujan y A. D. Del Pozo Castro, «Severe accidents on Peruvian national and regional roads,» *International Journal of Data and Network Science*, vol. 7, nº 2, pp. 821 - 826, 2023.
- [2] L. Avila, D. Esenarro, C. Rodriguez, P. Paredes y L. Metzger, «Application of pavement index for the evaluation of the running surface of the Lima-Peru roads,» *Journal of Green Engineering*, vol. 10, nº 10, pp. 8129 - 8141, 2020.
- [3] Y. Cajas, Y. Guisado y A. Vergaray, «Identify Faults in Road Structure Zones with Deep Learning,» *Journal of System and Management Sciences*, vol. 12, nº 6, p. 163–191, 2022.
- [4] Y. Qiao, Y. Guo, A. Stoner and J. Santos, "Impacts of future climate change on flexible road pavement economics: A life cycle costs analysis of 24 case studies across the United States," *Sustainable Cities and Society*, vol. 80, p. 103773, 2022.
- [5] S. Bhandari, X. Luo and F. Wang, "Understanding the effects of structural factors and traffic loading on flexible pavement performance," *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 12, no. 1, pp. 258-272, 2023.
- [6] Z. A. Alkaissi, «Effect of high temperature and traffic loading on rutting performance of flexible pavement,» *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, vol. 32, nº 1, pp. 1-4, 2020.
- [7] H. Zhang y R. Guo, «Investigation of Long-Term Performance and Deicing Longevity Prediction of Self-Ice-Melting Asphalt Pavement,» *Materials*, vol. 15, nº 17, p. 6026, 2022.
- [8] A. Alfalah, D. Offenbacher, A. Ali, C. DeCarlo, W. Lein, Y. Mehta y M. Elshaer, «Assessment of the Impact of Fiber Types on the Performance of Fiber-Reinforced Hot Mix Asphalt,» *Transportation Research Record*, vol. 2674, nº 4, pp. 337-347, 2020.
- [9] A. Upadhy, M. S. Thakur, P. Sihag, R. Kumar, S. Kumar, A. Afeeza, N. R. Banapurmath y C. A. Saleel, «Modelling and prediction of binder content using latest intelligent machine learning algorithms in carbon fiber reinforced asphalt concrete,» *Alexandria Engineering Journal*, vol. 65, p. 131–149, 2023.
- [10] K. Othman, «Prediction of the hot asphalt mix properties using deep neural networks,» *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci* , vol. 11, nº 40, 2022.
- [11] K. Zhang, Y. Liu, S. Nassiri, H. Li y K. Englund, «Performance evaluation of porous asphalt mixture enhanced with high dosages of cured carbon fiber composite materials,» *Construction and Building Materials*, vol. 274, p. 122066, 2021.
- [12] A. Upadhy, M. S. Thakur, N. Sharma y P. Sihag, «Assessment of Soft Computing-Based Techniques for the Prediction of Marshall Stability of Asphalt Concrete Reinforced with Glass Fiber,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 15, nº 6, pp. 1366-1385, 2022.

- [13] A. Gupta, D. Castro, P. Lastra and J. Rodriguez, "Selection of fibers to improve porous asphalt mixtures using multi-criteria analysis," *Construction and Building Materials*, vol. 266, no. Part A, p. 121198, 2021.
- [14] A. Calabi, C. Mignolet and G. Valdés, "Evaluation of the effects of textile fibre derived from end-of-life tyres (TFELT) on the rheological behaviour of asphalt binders," *Construction and Building Materials*, vol. 360, p. 129583, 2022.
- [15] D. Jang, M. G. Lee, J. Choi, S. Y. Cho y S. Lee, «Strategies for the production of PAN-Based carbon fibers with high tensile strength,» *Carbon*, vol. 186, pp. 644-677, 2022.
- [16] A. Upadhya, M. Thakur, A. Alahmadi, M. Alwetaishi, M. Al Ansari, M. Malik y A. Alzaed, «Marshall Stability Prediction with Glass and Carbon Fiber Modified Asphalt Mix Using Machine Learning Techniques,» *Materials*, vol. 15, p. 8944, 2022.
- [17] L. Wang, A. Shen, W. Wang, J. Yang, Z. He y T. Zhijie, «Graphene/nickel/carbon fiber composite conductive asphalt: Optimization, electrical properties and heating performance,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, p. e01402, 2022.
- [18] S. Ali y M. Ismael, «Improving the Moisture Damage Resistance of HMA by Using Ceramic Fiber and Hydrated Lime,» *Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences*, vol. 13, n° 4, p. 274–283, 2020.
- [19] M. Zarei, F. Akbarinia, Z. Rahmani, M. Zahedi y A. Zarei, «Economical and Technical Study on the Effect of Carbon Fiber with High Strength on Hot Mix Asphalt (HMA),» *Electronic Journal of Structural Engineering*, vol. 20, n° 1, pp. 6-12, 2020.
- [20] H. Q. Mawat y M. Q. Ismael, «Assessment of Moisture Susceptibility for Asphalt Mixtures Modified by Carbon Fibers,» *Civil Engineering Journal*, vol. 6, n° 2, pp. 304-317, 2020.
- [21] Y. Guo, P. Tataranni and C. Sangiorgi, "The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review," *Construction and Building Materials*, vol. 390, p. 131754, 2023.
- [22] M. Zarei, B. Mirbaha, F. Akbarinia, Z. Rahmani, M. Zahedi and A. Zarei, "Application of concordance analysis method (CA) for optimal selection of asphalt mixtures reinforced with rubber powder and carbon fiber," *Electronic Journal of Structural Engineering*, vol. 20, no. 1, p. 53–62, 2020.
- [23] X. Ye, Z. Xiao, C. He, W. Li and C. Hu, "Roles of waste carbon fibers on the efficiency of multiple induction heating healing behavior in asphalt mixture for sustainable infrastructure," *Journal of Cleaner Production*, vol. 423, p. 138694, 2023.
- [24] N. Albayati and M. Qadir, "Rutting rendimiento de mezclas asfálticas que contienen tratadas RCA y reforzadas con fibras de carbono," *AiBi Revista De Investigación, Administración E Ingeniería*, vol. 12, no. 21, p. 18–28, 2024.
- [25] X. Wang, H. Zhou, X. Hu, S. Shen y B. Dong, «Investigation of the Performance of Ceramic Fiber Modified,» *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, pp. 1-10, 2021.

- [26] A. Sahar y I. Mohammed, «Improvement of marshall properties for hot mix asphalt by using ceramic fiber,» Kufa Journal of Engineering, vol. 12, nº 1, pp. 48-58, 2021.
- [27] A. A. Al-Saadi y M. Q. Ismael, «Improvement of Moisture Susceptibility for Asphalt Mixture with Ceramic Fiber,» Journal of Engineering, vol. 29, nº 4, pp. 78-91, 2023.
- [28] Y. Pang, H. Li, Z. Han, P. Wu and H. Lin, "Performance evaluation of asphalt mixture reinforced by lignin and ceramic fiber," Journal of Engineering Research, 2023.
- [29] R. Apaza y N. Bravo, «Diseño de pavimento flexible incorporando fibra de carbón a la mezcla asfáltica para el pavimento Tantamayo – Carpa Huánuco 2020,» Lima, 2020.
- [30] Aguilar, K y C. Chauca, «Análisis comparativo de las propiedades físicomecánicas de la mezcla asfáltica en caliente pen 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente pen 85/100 adicionando grafito,» Cusco, 2022.
- [31] O. Adrianzen, J. Azula, C. Pacherras and E. M. S. Rodríguez, "Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica: Una revisión literaria," Revista Infraestructura Vial LanammeUCR, vol. 24, no. 43, 2022.
- [32] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción, Lima: Diario oficial el Peruano, 2015, Setiembre.
- [33] X. Yu, Z. Zhang, R. Luo, T. Huang y M. Xiao, «Asphalt content prediction model of asphalt mixtures based on dielectric properties,» Mater Struct, vol. 56, p. 10, 2023.
- [34] L. Shu, F. Ni, J. Jiang, Z. Zhao y Z. Guo, «Calculation and Characterization of Air Void in Mortar of the Hot Mix Asphalt (HMA) Based on CT Scanning and Image Analysis Methods,» Appl. Sci, vol. 13, nº 1, p. 652, 2023.
- [35] J. Geraldin y A. Makmur, «Experimental Study on the Effects of Reclaimed Asphalt Pavement towards Marshall Parameters on Asphalt Course-Wearing Course,» IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 498, p. 012025, 2020.
- [36] F. N. Romadhon, A. I. Candra, D. A. Karisma, M. H. Nastotok, R. K. Dewanta y H. Wicaksono, «Increasing the Stability of Asphalt Concrete Mixture Using Crumb Rubber,» E3S Web of Conferences, vol. 328, p. 10002, 2021.
- [37] A. H. Mrema, H. Kim, J. H. Lim y J. S. Lee, «Laboratory Evaluation of ESGFIBER in Asphalt Paving Mixture,» Materials, vol. 15, nº 16, p. 5764, 2022.
- [38] E. T. Mohammed, S. A. Mohamad, T. T. Khaled y A. Al-Zubaidi, «Study the Effect of Mineral Filler on the Mechanical Properties of Hot Mix Asphalt,» IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 870, nº 1, p. 012086, 2020.
- [39] R. Pombo, M. Altamirano, G. Giaccio y R. Zerbino, «Design and Execution of Floors on Ground and Industrial Pavements with Fibre Reinforced Concrete,» RILEM Bookseries, pp. 640-651, 2022.

- [40] L. A. P. Callomamani, N. Bala y L. Hashemian, «Comparative Analysis of the Impact of Synthetic Fibers on Cracking Resistance of Asphalt Mixes,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 16, nº 4, pp. 992 - 1008, 2023.
- [41] G. H. Hamed, F. Sakanlou, B. Omari y A. Azarhoosh, «Laboratory Investigation of the Effect of Ceramic Fiber on Stone Matrix Asphalt Rutting Performance,» *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 33, nº 1, p. 04020431, 2021.
- [42] F. Liu, B. Pan, J. Bian y C. Zhou, «Experimental investigation on the performance of the asphalt mixture with ceramic fiber,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 384, p. 135585, 2023.
- [43] M. Naseri, A. Sarkar, G. H. Hamed y P. Hayati, «Effect of Ceramic Fibers on the Thermal Cracking of Hot-Mix Asphalt,» *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, nº 1, p. 04020325, 2020.
- [44] A. A. Al-Saad y M. Q. Ismael, «Rutting prediction of hot mix asphalt mixtures reinforced by ceramic fibers,» *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 20, nº 4, pp. 1345-1354, 2022.
- [45] T. K. Varghese, L. A. Joji, N. Sebastian, V. V. Niranjana, P. A. Sidheek y M. Joseph, «Carbon fiber reinforced medical implants,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 56, nº 1, pp. 121-125, 2022.
- [46] A. Upadhyay, M. Thakur, N. Sharma, F. H. Almohammed y P. Sihag, «Combined effect of glass and carbon fiber in asphalt concrete mix using computing techniques,» *Advances in Computational Design*, vol. 7, nº 3, pp. 253 - 279, 2022.
- [47] C. Banerjee, V. K. Chandaliya y P. S. Dash, «Recent advancement in coal tar pitch-based carbon fiber precursor development and fiber manufacturing process,» *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 158, p. 105272, 2021.
- [48] G. Kotronoulas, S. Miguel, M. Dowling and P. Fernández, "An Overview of the Fundamentals of Data Management, Analysis, and Interpretation in Quantitative Research," *Seminars in Oncology Nursing*, vol. 39, no. 2, p. 151398, 2023.
- [49] M. Gopalan, K. Rosinger and J. Bin, "Use of Quasi-Experimental Research Designs in Education Research: Growth, Promise, and Challenges," *Review of Research in Education*, vol. 44, no. 1, pp. 218-243, 2020.
- [50] A. Jankovic, G. Chaudhary and F. Goia, "Designing the design of experiments (DOE) – An investigation on the influence of different factorial designs on the characterization of complex systems," *Energy and Buildings*, vol. 250, p. 111298, 2021.
- [51] K. M. Mousa, H. T. Abdelwahab y H. A. Hozayen, «Models for estimating optimum asphalt content from aggregate gradation,» *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials*, vol. 174, nº 2, pp. 69-74, 2021.
- [52] J. Arias, M. Villasis y M. María, «El protocolo de investigación II: La poblacion de estudio,» *Revista Alergia de Mexico*, p. 7, Abril 2016.

- [53] F. Arias, El proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica, 7ma edición ed., Caracas: Episteme, 2016.
- [54] J. Arias y M. Covinos, Diseño y Metodología de la Investigación, 1era edición ed., Arequipa: Enfoques Consulting EIRL, 2021.
- [55] H. Sánchez, C. Reyes y K. Mejía, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018.
- [56] CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS," Chiclayo, 2023.
- [57] M. Arabani y A. Shabani, «Evaluation of the ceramic fiber modified asphalt binder,» Construction and Building Materials, vol. 205, p. 377–386, 2019.

ANEXOS

Anexo I. Matriz de Consistencia	68
Anexo II. Informe de Laboratorio	70
Anexo III. Ficha de Calibración.....	116
Anexo IV. Informe Estadístico	144
Anexo V. Ficha de Juicio de Expertos	169
Anexo VI. Panel Fotográfico.....	178

Anexo I. Matriz de Consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Escala de medición	
¿Cómo influye la fibra de cerámica y de carbono sobre propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada?	General				Resistencia a la tracción		Razón	
				Propiedades	Densidad			
				Fibra de cerámica	0.5			
				Porcentajes	0.75		Intervalo	
					1			
					1.5			
		Determinar la influencia de la fibra de cerámica y de carbono sobre las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica modificada			Propiedades	Resistencia a la tracción	Independiente	Razón
			La fibra de cerámica y de carbono influirá sobre las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada.	Fibra de carbono		Densidad		
					0.5			
				Porcentajes	0.75		Intervalo	
				1				
				1.5				
	Específicos				Granulometría			
	Determinar las propiedades de la fibra de cerámica y de carbono.			Propiedades de los agregados	Abrasión de los ángeles			
	Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica al 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5%, para obtener la dosificación óptima.				Equivalente de arena			
	Analizar las			Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica	Angularidad			
					Índice de durabilidad			
					Adherencia	Dependiente	De razón	
					Índice de plasticidad			
					Durabilidad al sulfato de magnesio			
					Sales solubles			
					Absorción			
					Peso específico			

propiedades fisco-
mecánicas de la mezcla
asfáltica con fibra de
carbono al 0.50%,
0.75%, 1.00% y 1.5%,
para obtener la
dosificación óptima.
Determinar el resultado
de la combinación
óptima de la fibra de
cerámica y de carbono.

Propiedades
mecánicas

Propiedades
físicas

Partículas chatas y alargadas
Caras fracturadas
Estabilidad
Flujo
Índice de rigidez
Vacíos de aire, V. LL. C. A
V. M. A
Peso unitario

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMA DE REFERENCIA: MTC E207

Cantera: **Gobierno Regional**

TAMIZ	GRADACIÓN			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		2505		
3/8"		2501		
1/4"				
N°4				
Peso inicial		5006		
Número de esferas		11		
Número de revoluciones		500		
Peso Mat/Ret. En la malla N° 12				
Peso Mat. Pasa malla N° 12		887		
Porcentaje Desgaste		17.72%		

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

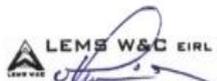
ENSAYO: ADHERENCIA
NORMA DE REFERENCIA: MTC E 517

CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIAL ASFÁLTICO EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING)		
IDENTIFICACIÓN	REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
Cantera Agregado Grueso - Planta de Asfalto GRL	100	+ 95.00

Tipo de asfalto: PEN 60/70.

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 221/ ASTM D 4791

TAMIZ (Pulg.)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTÍCULAS CHATAS	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	(% CORREGIDO)
	PESO RET. (g)	(%) RET.					
2" - 1 1/2"							
1 1/2" - 1"							
1" - 3/4"							
3/4" - 1/2"	2884.2	71.48	12.9	5.7		0.64	0.46
1/2" - 3/8"	1150.8	28.52	124.7	3.5		11.14	3.18
	4035						

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	3.6
--	------------

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: CARAS FRACTURADAS
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 210

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	395.7	79.14	23.2	1836.0
1/2"	3/8"	200	195.7	97.85	28.5	2787.7
TOTAL		5200	591.4			

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	TOTAL E	=	4623.8	=	89.5 %
	TOTAL D		51.7		

A. Partículas con 2 caras 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	441.1	88.22	23.2	2046.7
1/2"	3/8"	200	127.4	63.70	28.5	1814.8
TOTAL		5200	568.5			

PORCENTAJE CON 2 CARAS FRACTURADA	TOTAL E	=	3861.5	=	74.7 %
	TOTAL D		51.7		

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: SALES SOLUBLES TOTALES
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 219

Calicata	Gobierno Regional	Muestra usada		
		g.	50	50
		Agua destilada usada		
		ml	150	150
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3
02	Número de beaker		C-4	C-5
03	Masa de beaker			
		g.	39.268	39.268
04	Masa de beaker + residuo de sales	g.	39.282	39.286
05	Masa de residuo de sales (4)-(3)	g.	0.014	0.018
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales $[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$	ppm	840	1080
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco $(7) / 10000$	(%)	0.08	0.11
			PROMEDIO (ppm) =	960
			PROMEDIO (%) =	0.10

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

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

NORMA DE REFERENCIA N.T.P. 400.021/ MTC E 206

1.- Masa de la muestra secada al horno	(gr)	1485	1483
2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1498	1496
3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1964	1960
4.- Masa de la canastilla	(gr)	1021	1021
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	943	939

II.- RESULTADOS

			PROMEDIO	
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.676	2.662	2.669
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.699	2.686	2.692
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.740	2.726	2.733
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.9	0.9	0.876

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Miércoles, 12 de julio del 2023
 ENSAYO: EQUIVALENTE DE ARENA
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 114 / ASTM D 2419

DETALLE		IDENTIFICACIÓN		
		01	02	03
Tamaño máximo (Pasa tamiz N°4)	mm	4.76	4.76	4.76
Hora de entrada a saturación		0:00.00	0:03.00	0:06.00
Hora de salida de saturación (10')		0:10.00	0:13.00	0:16.00
Hora de entrada a decantación		0:12.00	0:15.00	0:18.00
Hora de salida a decantación (20')		0:32.00	0:35.00	0:38.00
Altura máxima de finos	pulg	5.1	5.2	5.1
Altura máxima de arena	pulg	3.3	3.3	3.20
Equivalente de arena		65.00	64.00	63.00
PROMEDIO	%	64.00		

NORMA MTC E 114 60% min ----->	CUMPLE
--------------------------------	---------------

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Miércoles, 12 de julio del 2023
 ENSAYO: ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 222

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Cantera Planta asfáltica (Gobierno Regional)
 USO DEL MATERIAL : Agregado Fino

ENSAYO ANGULARIDAD DE AGREGADO FINO				
N°	ENSAYO	M-1	M-2	PROMEDIO
1	Peso material + Molde (grs)	253.6	253.4	1.659
2	Peso del Molde (grs)	90.3	90.3	
3	Peso Neto del Material (grs)	163.3	163.1	
4	Volumen del molde (cc)	98.4	98.4	
5	Peso unitario (gr/cc)	1.660	1.658	

N°	ENSAYO	M-3	M-4	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	492	492	0.737
B	Peso Frasco + agua	1232.5	1233.4	
C	Peso Frasco + agua + A	1724.5	1725.4	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	1540.6	1541.1	
E	Vol de masa + Vol de vacio = C-D	183.9	184.3	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105° C)	488.3	488.5	
G	Vol de masa = E- (A-F)	180.2	180.8	
	Pe bulk (base seca) = F/E	2.655	2.651	
	Pe bulk (base saturada)= A/E	2.675	2.670	
	Pe aparente (base seca)= F/G	2.710	2.702	
	Absorción = ((A-F)/F)*100	0.758	0.716	

N°	ENSAYO	1	2	PROMEDIO
1	Peso específico seco (Gsb)	2.655	2.651	37.48
2	Volumen de molde (V)	98.4	98.4	
3	Peso de material en el molde (w)	163.3	163.1	
4	Angularidad de agregado fino %	37.50	37.47	

NORMA MTC E 222	30	----->	CUMPLE
-----------------	----	--------	---------------

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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

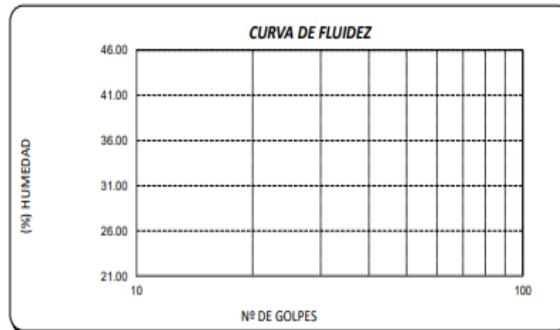


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO: INDICE DE PLASTICIDAD (malla N° 40)
 NORMA DE MTC E 111/ ASTM D 423
 REFERENCIA:

Datos de ensayo.	Limite líquido	Limite Plástico
N° de tarro	NP	
N° de golpes		
Tarro + suelo húmedo		
Tarro + suelo seco		
Agua		
Peso del tarro		
Peso del suelo seco		
Porcentaje de humedad		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA		colocar "X", si suelo no Plástico	0
Limite Líquido	NP		
Limite Plástico	NP		
Índice de Plasticidad	NP		


OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

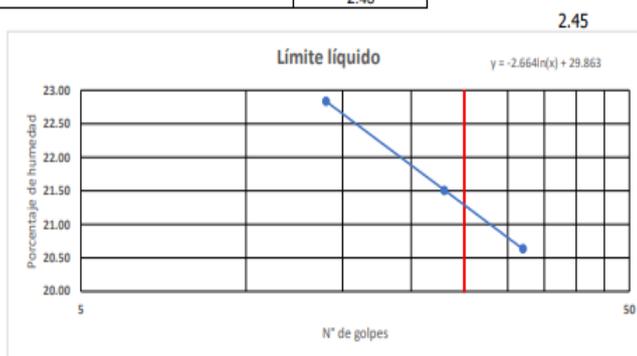
Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: INDICE DE PLASTICIDAD (malla N° 200)
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 111/ ASTM D 423

Datos de ensayo.	Limite líquido			Limite Plástico	
	8	5	6	12	15
N° de tarro	8	5	6		
N° de golpes	14	23	32		
Tarro + suelo húmedo	61.55	62.25	61.45	41.71	44.04
Tarro + suelo seco	60.02	61.05	60.15	40	43
Agua	1.53	1.2	1.3	1.71	1.04
Peso del tarro	53.32	55.47	53.85	31.20	37.30
Peso del suelo seco	6.7	5.58	6.3	8.8	5.7
Porcentaje de humedad	22.84	21.51	20.63	19.43	18.25

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA		Colocar "X", a suelo no	0
Limite Líquido	21.29		
Limite Plástico	18.84		
Índice de Plasticidad	2.45		



OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: DURABILIDAD (al sulfato de Magnesio)
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 209

AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES	% DE PERDIDA DESPUES	% DE PERDIDA CORREGIDA
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	3.5	100.0	96.5	3.55	3.55	0.12
N° 8	N° 16	4.7	100.0	92.9	7.10	7.10	0.33
N° 16	N° 30	10.5	100.0	95.5	4.50	4.50	0.47
N° 30	N° 50	24.3	100.0	93.8	6.20	6.20	1.51
N° 50	N° 100	4.8	100.0	94.1	5.90	5.90	0.28
< N° 100		13.8					
TOTALES							2.72

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: SALES SOLUBLES TOTALES
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 219

Calicata: Planta asfáltica (Gobierno Regional)

Agregado Fino		Muestra usada	g.	50	50
		Agua destilada usada	ml	150	150
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada			3	3
02	Número de beaker			C-2	C-3
03	Masa de beaker		g.	42.906	42.908
04	Masa de beaker + residuo de sales		g.	42.925	42.920
05	Masa de residuo de sales	(4)-(3)	g.	0.019	0.012
06	Volumen de la solución tomada		ml	40	40
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$	ppm	1425	900
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	$(7) / 10000$	(%)	0.14	0.09
PROMEDIO (ppm) =				1162	
PROMEDIO (%) =				0.12	
NORMA MTC E 219 (%)				0.5	CUMPLE

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: ABSORCIÓN
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 205

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta asfáltica (Gobierno Regional)

I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0	500.0
2.- Peso frasco + agua	(gr)	673.1	674.4
3.- Masa de la arena superficialmente seca + masa del frasco + masa del agua	(gr)	981.4	984.2
4.- Masa de la arena secada al horno	(gr)	498.4	498.1

II.- RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.600	2.619	2.609
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.608	2.629	2.619
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.622	2.645	2.634
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.32	0.38	0.351

Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



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




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Combinación teórica de los agregados

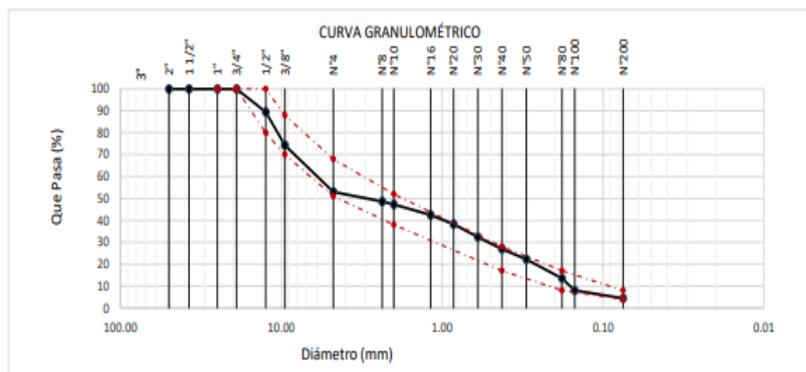


Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1207A_23/ LEMS W&C
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Facturación : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Grueso 49.5% + Agregado Fino 48.5% + Filler 2%

Malla		49.5	48.5	2.0	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa				
Pulg.	(mm.)	Agregado Grueso	Agregado 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	78.7	100.0	100.0	89.5	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	100.0	100.0	74.3	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	100.0	100.0	53.0	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	95.8	100.0	48.6	
Nº 10	2.000	0.2	93.1	100.0	47.3	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	83.4	100.0	42.5	
Nº 20	0.850	0.1	74.8	100.0	38.3	
Nº 30	0.600	0.0	62.6	100.0	32.4	
Nº 40	0.425	0.0	51.3	100.0	26.9	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	41.6	100.0	22.2	
Nº 80	0.180	0.0	23.9	100.0	13.6	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	12.4	100.0	8.0	
Nº200	0.075	0.0	5.5	87.0	4.4	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Combinación teórica de mezcla asfáltica con fibra de cerámica



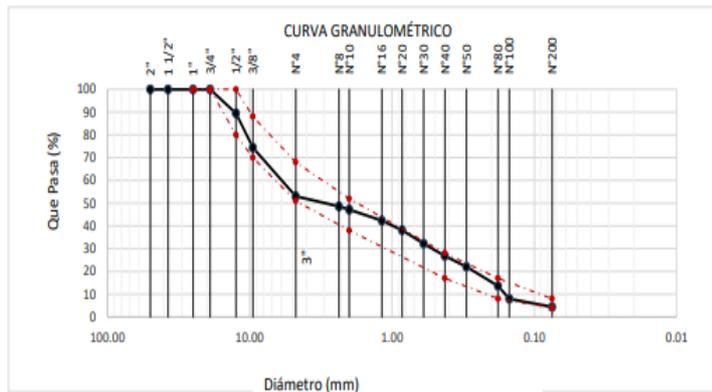
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**

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

Muestra : **Combinado A. Grueso 49.25% + F. Ceramica 0.50% + A. Fino 48.26% + Filler 1.99%**

Malla		49.25	0.50	48.26	1.99	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
Pulg.	(mm.)	% Que Pasa					
		A. Grueso	F. Ceramica	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	100.0	100.0	89.48	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	100.0	100.0	74.33	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	100.0	100.0	53.04	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	95.8	100.0	48.53	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	93.1	100.0	47.13	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	83.4	100.0	42.36	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	74.8	100.0	38.14	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	62.6	100.0	32.25	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	51.3	100.0	26.78	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	41.6	100.0	22.08	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	23.9	100.0	13.53	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.97	
Nº200	0.075	0.0	0.2	5.5	87.0	4.40	4 - 8



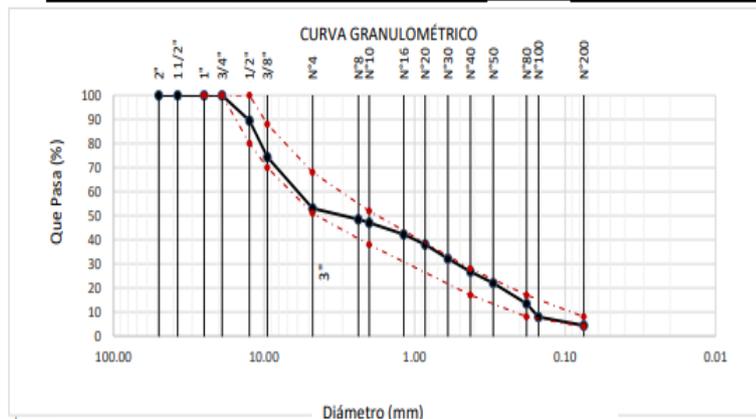
Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
 Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
 Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
 ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
 NORMA : **N.T.P. 400.012**
 Muestra : **Combinado A. Grueso 49.13% + F. Ceramica 0.75% + A. Fino 48.14% + Filler 1.99%**

Malla		49.13	0.75	48.14	1.99	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa					
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	100.0	100.0	89.48	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	100.0	100.0	74.34	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	100.0	100.0	53.07	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	95.8	100.0	48.49	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	93.1	100.0	47.07	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	83.4	100.0	42.29	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	74.8	100.0	38.07	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	62.6	100.0	32.19	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	51.3	100.0	26.72	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	41.6	100.0	22.02	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	23.9	100.0	13.50	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.96	
Nº200	0.075	0.0	0.2	5.5	87.0	4.39	4 - 8



Observaciones:

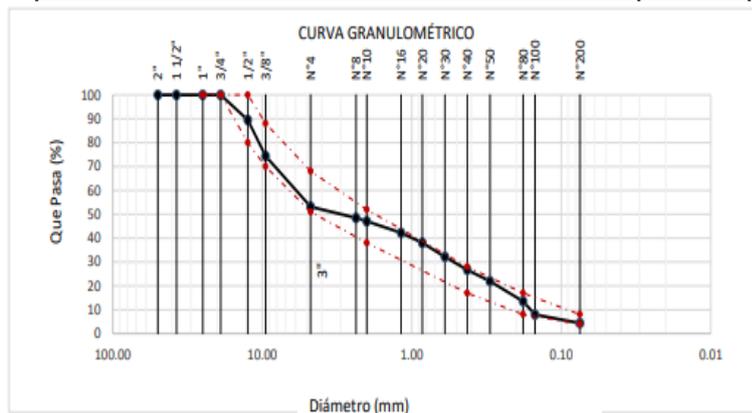
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 49.01% + F. Ceramica 1.00% + A. Fino 48.02% + Filler 1.98%

Malla		49.01	1.00	48.02	1.98	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
Pulg.	(mm.)	% Que Pasa					
		A. Grueso	F. Ceramica	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	100.0	100.0	89.49	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	100.0	100.0	74.34	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	100.0	100.0	53.10	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	95.8	100.0	48.46	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	93.1	100.0	47.01	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	83.4	100.0	42.23	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	74.8	100.0	37.99	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	62.6	100.0	32.12	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	51.3	100.0	26.66	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	41.6	100.0	21.97	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	23.9	100.0	13.47	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.94	
Nº200	0.075	0.0	0.2	5.5	87.0	4.38	4 - 8



Observaciones:

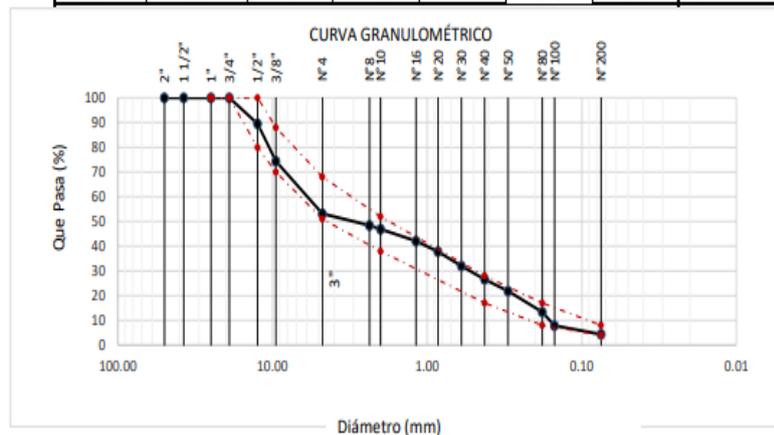
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 48.76% + F. Ceramica 1.50% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%

Malla		48.76	1.50	47.77	1.97	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
Pulg.	(mm.)	% Que Pasa					
		A. Grueso	F. Ceramica	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	100.0	100.0	89.49	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	100.0	100.0	74.36	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	100.0	100.0	53.15	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	95.8	100.0	48.39	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	93.1	100.0	46.88	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	83.4	100.0	42.09	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	74.8	100.0	37.85	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	62.6	100.0	31.99	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	51.3	100.0	26.54	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	41.6	100.0	21.87	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	23.9	100.0	13.41	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.90	
Nº200	0.075	0.0	0.2	5.5	87.0	4.36	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

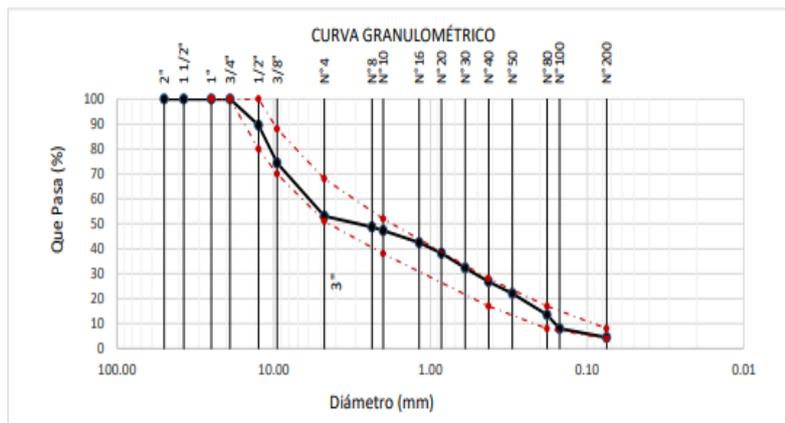
Combinación teórica de mezcla asfáltica con fibra de carbono



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

Solicitud de ensayo : 1207A_23/ LEMS W&C
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Combinado A. Grueso 49.25% + F. Carbono 0.50% + A. Fino 48.26% + Filler 1.99%

Malla	Pulg.	(mm.)	49.25	0.50	48.26	1.99	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
			% Que Pasa					
			A. Grueso	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"		50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"		37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"		25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"		19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"		12.500	78.7	93.1	100.0	100.0	89.49	80 - 100
3/8"		9.500	48.1	85.8	100.0	100.0	74.37	70 - 88
Nº 4		4.750	5.0	76.1	100.0	100.0	53.09	51 - 68
Nº 8		2.360	0.3	61.1	95.8	100.0	48.66	
Nº 10		2.000	0.2	47.4	93.1	100.0	47.26	38 - 52
Nº 16		1.180	0.1	32.3	83.4	100.0	42.45	
Nº 20		0.850	0.1	14.6	74.8	100.0	38.17	
Nº 30		0.600	0.0	8.0	62.6	100.0	32.26	
Nº 40		0.425	0.0	5.0	51.3	100.0	26.79	17 - 28
Nº 50		0.300	0.0	3.0	41.6	100.0	22.08	
Nº 80		0.180	0.0	1.8	23.9	100.0	13.53	8 - 17
Nº100		0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.97	
Nº200		0.075	0.0	0.2	5.5	87.00	4.40	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

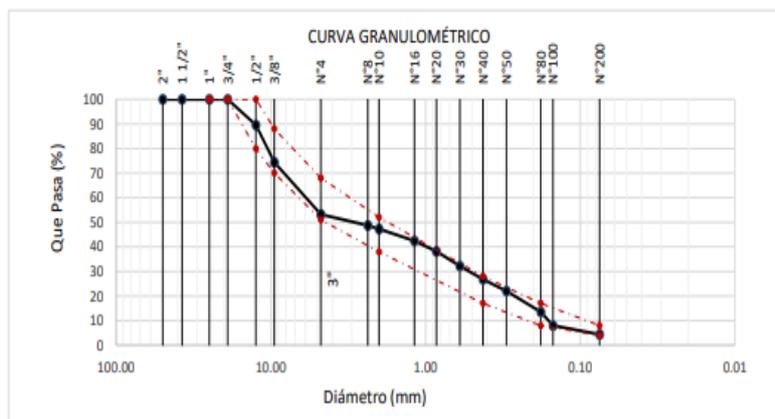
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**

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

Muestra : **Combinado A. Grueso 49.13% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 48.14% + Filler 1.99%**

Malla	Pulg.	(mm.)	49.13	0.75	48.14	1.99	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
			% Que Pasa					
			A. Grueso	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"		50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"		37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"		25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"		19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"		12.500	78.7	93.1	100.0	100.0	89.49	80 - 100
3/8"		9.500	48.1	85.8	100.0	100.0	74.40	70 - 88
Nº 4		4.750	5.0	76.1	100.0	100.0	53.15	51 - 68
Nº 8		2.360	0.3	61.1	95.8	100.0	48.69	
Nº 10		2.000	0.2	47.4	93.1	100.0	47.26	38 - 52
Nº 16		1.180	0.1	32.3	83.4	100.0	42.42	
Nº 20		0.850	0.1	14.6	74.8	100.0	38.11	
Nº 30		0.600	0.0	8.0	62.6	100.0	32.20	
Nº 40		0.425	0.0	5.0	51.3	100.0	26.74	17 - 28
Nº 50		0.300	0.0	3.0	41.6	100.0	22.03	
Nº 80		0.180	0.0	1.8	23.9	100.0	13.50	8 - 17
Nº100		0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.96	
Nº200		0.075	0.0	0.2	5.5	87.00	4.39	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

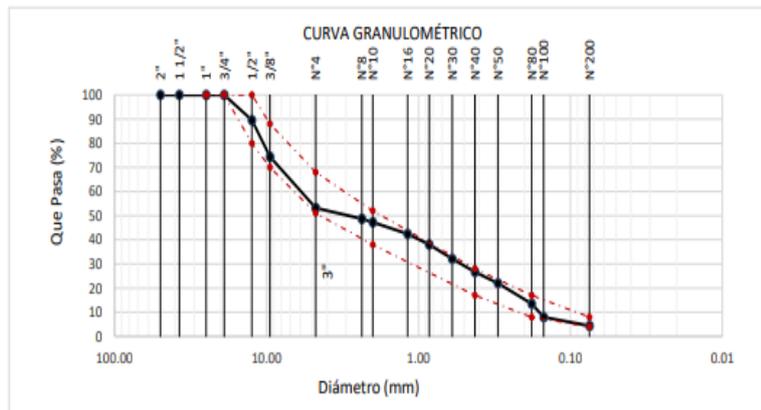
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

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

Muestra : Combinado A. Grueso 49.01% + F. Carbono 1.00% + A. Fino 48.02% + Filler 1.98%

Malla	49.01	1.00	48.02	1.98	100.00	GRADACIÓN	
						% Que Pasa	
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	93.1	100.0	100.0	89.50	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	85.8	100.0	100.0	74.42	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	76.1	100.0	100.0	53.21	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	61.1	95.8	100.0	48.72	
Nº 10	2.000	0.2	47.4	93.1	100.0	47.26	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	32.3	83.4	100.0	42.40	
Nº 20	0.850	0.1	14.6	74.8	100.0	38.06	
Nº 30	0.600	0.0	8.0	62.6	100.0	32.14	
Nº 40	0.425	0.0	5.0	51.3	100.0	26.68	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	3.0	41.6	100.0	21.99	
Nº 80	0.180	0.0	1.8	23.9	100.0	13.47	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.94	
Nº200	0.075	0.0	0.2	5.5	87.00	4.38	4 - 8

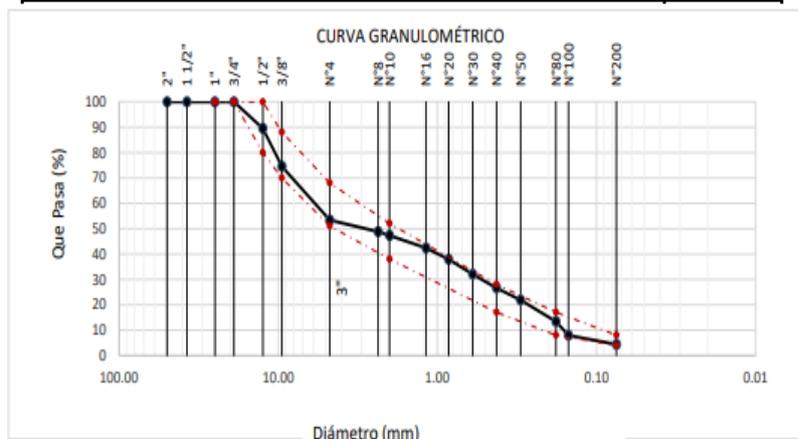


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 48.76% + F. Carbono 1.50% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%

Malla		48.76	1.50	47.77	1.97	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa					
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	93.1	100.0	100.0	89.52	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	85.8	100.0	100.0	74.48	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	76.1	100.0	100.0	53.33	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	61.1	95.8	100.0	48.78	
Nº 10	2.000	0.2	47.4	93.1	100.0	47.26	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	32.3	83.4	100.0	42.35	
Nº 20	0.850	0.1	14.6	74.8	100.0	37.94	
Nº 30	0.600	0.0	8.0	62.6	100.0	32.02	
Nº 40	0.425	0.0	5.0	51.3	100.0	26.57	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	3.0	41.6	100.0	21.89	
Nº 80	0.180	0.0	1.8	23.9	100.0	13.41	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	12.4	100.0	7.90	
Nº200	0.075	0.0	0.2	5.5	87.00	4.36	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

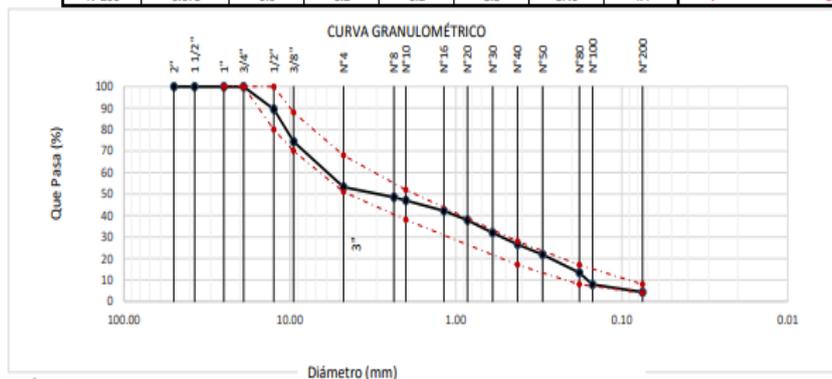
Combinación teórica de mezcla asfáltica con fibra de cerámica y de carbono



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

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra :
Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Combinado A. Grueso 48.76% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 0.50% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%

Malla	48.76	1.00	0.50	47.77	1.97	100.00	GRADACIÓN	
							% Que Pasa	
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.50	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.40	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.21	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.52	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	47.01	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.17	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.88	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	32.00	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.55	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.88	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.41	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.90	
Nº200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.4	4 - 8



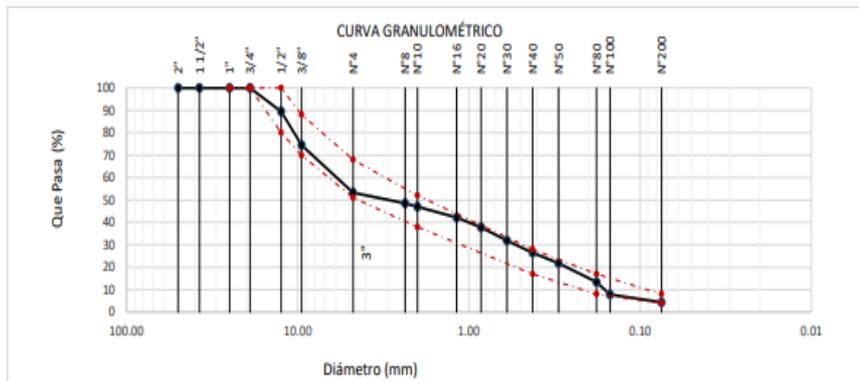
Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
NORMA : **N.T.P. 400.012**
Muestra : **Combinado A. Grueso 48.63% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.65% + Filler 1.97%**

Malla	48.63	1.00	0.75	47.65	1.97	100.00	GRADACIÓN	
							% Que Pasa	
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.51	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.43	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.27	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.55	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	47.01	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.15	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.82	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	31.94	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.49	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.83	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.38	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.88	
Nº200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.3	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

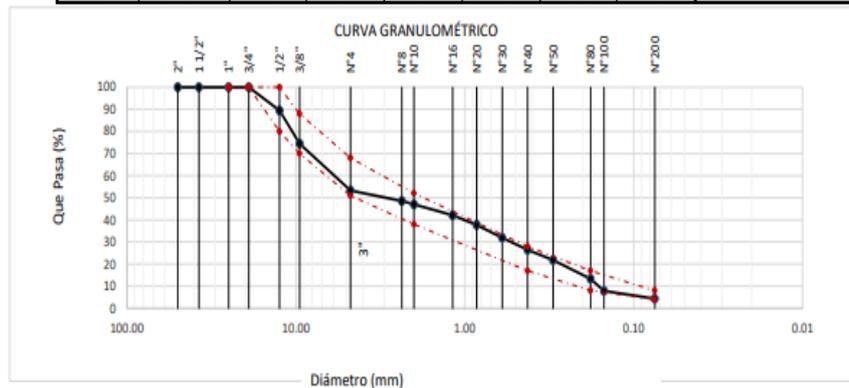
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra :
Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

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

Muestra : Combinado A. Grueso 48.51% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 1.00% + A. Fino 47.53% + Filler 1.96%

Malla		48.51	1.00	1.00	47.53	1.96	100.00	GRADACIÓN	
		% Que Pasa						MAC - 2	
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado		
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00		
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00		
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00		
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100	
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.52	80	- 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.46	70	- 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.33	51	- 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.58		
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	47.01	38	- 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.12		
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.76		
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	31.88		
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.44	17	- 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.78		
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.35	8	- 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.87		
Nº200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.3	4	- 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

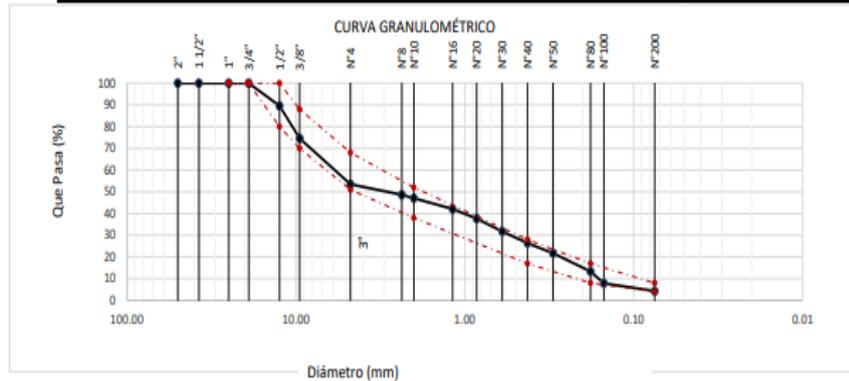
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra :
Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

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

Muestra : Combinado A. Grueso 48.26% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 1.00% + A. Fino 47.29% + Filler 1.95%

Malla		48.26	1.00	1.50	47.29	1.95	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa						
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.54	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.52	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.44	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.65	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	47.01	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.07	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.64	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	31.75	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.33	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.69	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.29	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.83	
Nº200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.3	4 - 8

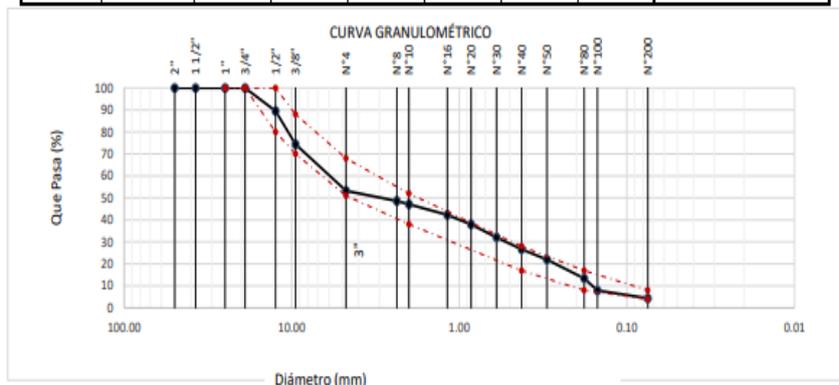


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : 1207A_23/ LEMS W&C
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Combinado A. Grueso 48.88% + F. Ceramica 0.50% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.89% + Filler 1.98%

Malla		48.88	0.50	0.75	47.89	1.98	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa						
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.50	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.41	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.21	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.62	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	47.13	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.29	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.97	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	32.07	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.62	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.93	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.44	8 - 17
Nº100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.92	
Nº200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.4	4 - 8

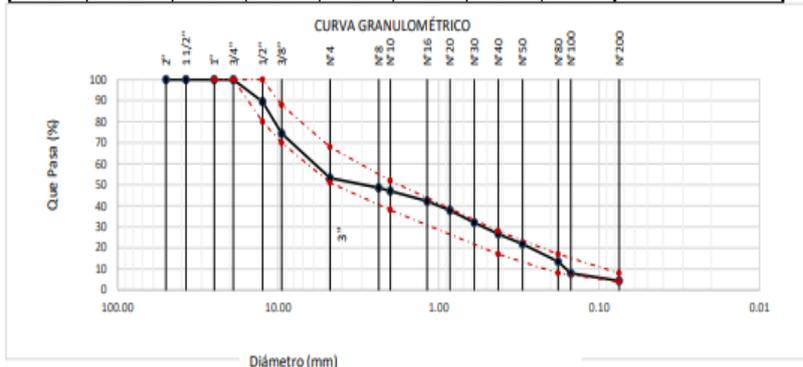


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
 Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
 Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
 ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
 NORMA : **N.T.P. 400.012**
 Muestra : **Combinado A. Grueso 48.76% + F. Ceramica 0.75% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%**

Malla		48.76	0.75	0.75	47.77	1.97	100.00	GRADACIÓN MAC - 2
		% Que Pasa						
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.51	80 - 100
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.42	70 - 88
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.24	51 - 68
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.59	
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	47.07	38 - 52
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.22	
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.89	
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	32.00	
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.56	17 - 28
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.88	
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.41	8 - 17
Nº 100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.90	
Nº 200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.4	4 - 8

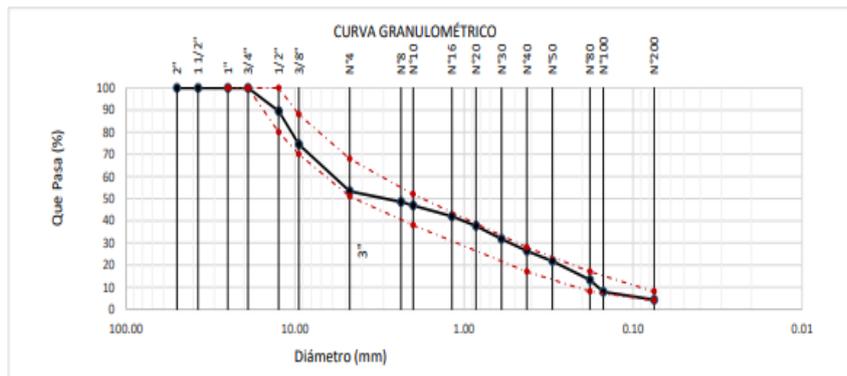


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
 Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
 Fecha de Facturación : **Pimentel, 11 de febrero del 2020 (F001 - 0001202).**
 ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
 NORMA : **N.T.P. 400.012**
 Muestra : **Combinado A. Grueso 48.39% + F. Ceramica 1.50% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.41% + Filler 1.96%**

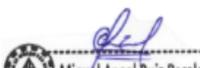
Malla	Pulg.	(mm.)	% Que Pasa					GRADACIÓN	
			A. Grueso	F. Ceramica	F. Carbono	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2
48.39	1.50	0.75	47.41	1.96	100.00				
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	
1/2"	12.500	78.7	91.3	93.1	100.0	100.0	89.52	80 - 100	
3/8"	9.500	48.1	77.7	85.8	100.0	100.0	74.45	70 - 88	
Nº 4	4.750	5.0	64.6	76.1	100.0	100.0	53.33	51 - 68	
Nº 8	2.360	0.3	35.1	61.1	95.8	100.0	48.49		
Nº 10	2.000	0.2	22.3	47.4	93.1	100.0	46.88	38 - 52	
Nº 16	1.180	0.1	15.2	32.3	83.4	100.0	42.01		
Nº 20	0.850	0.1	8.5	14.6	74.8	100.0	37.67		
Nº 30	0.600	0.0	6.2	8.0	62.6	100.0	31.81		
Nº 40	0.425	0.0	2.4	5.0	51.3	100.0	26.37	17 - 28	
Nº 50	0.300	0.0	1.6	3.0	41.6	100.0	21.73		
Nº 80	0.180	0.0	1.2	1.8	23.9	100.0	13.32	8 - 17	
Nº100	0.150	0.0	0.8	0.8	12.4	100.0	7.85		
Nº200	0.075	0.0	0.2	0.2	5.5	87.0	4.3	4 - 8	



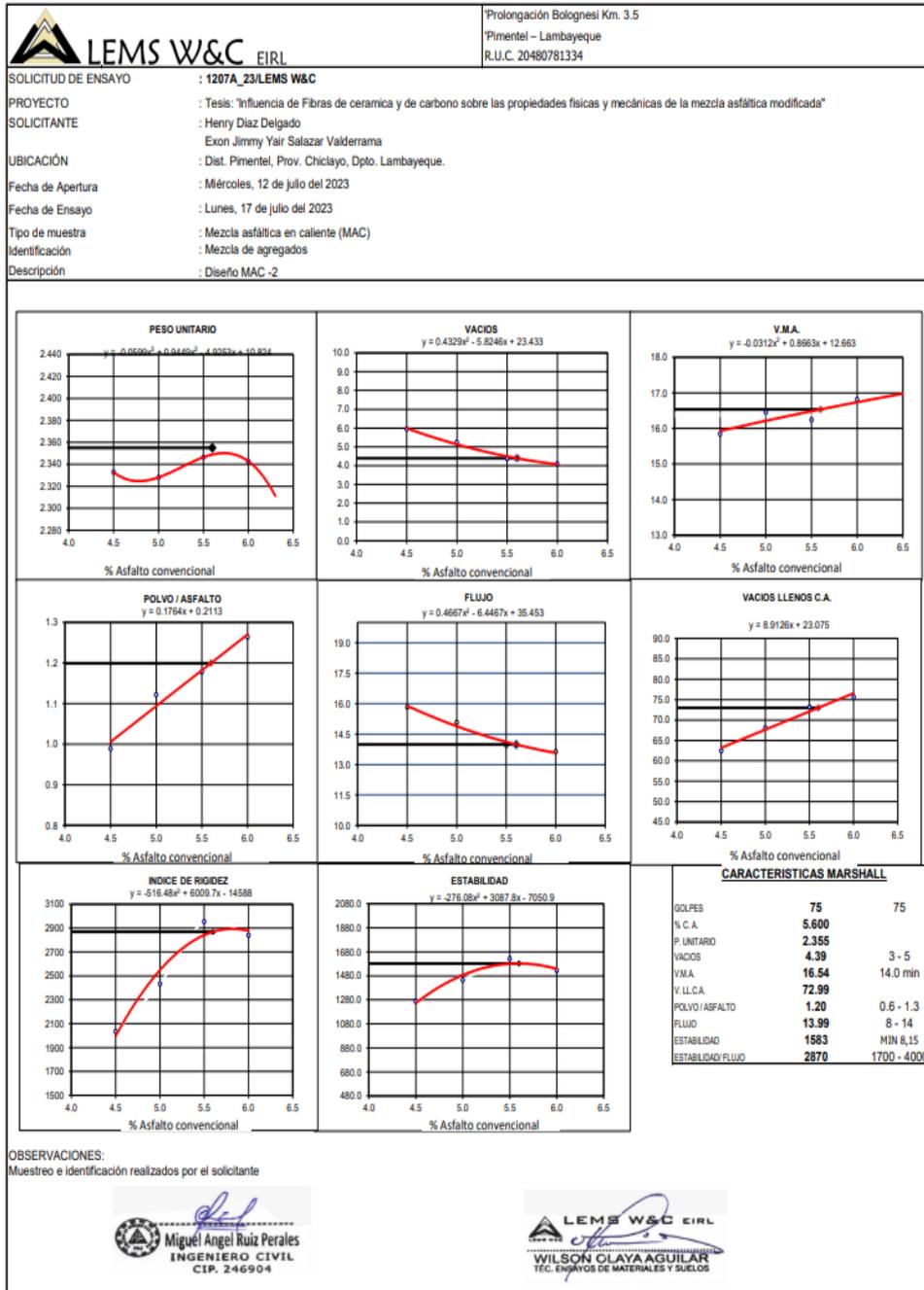
Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

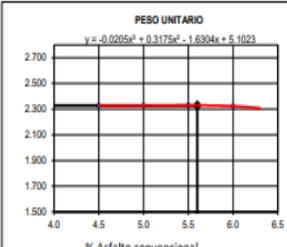
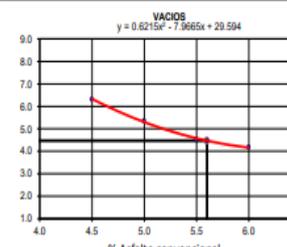
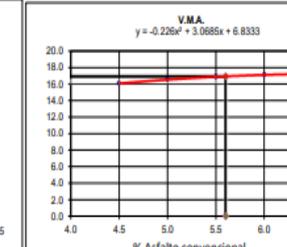
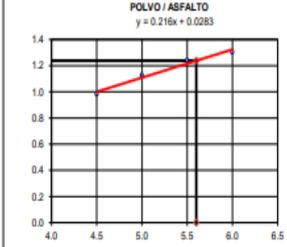
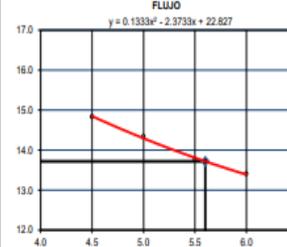
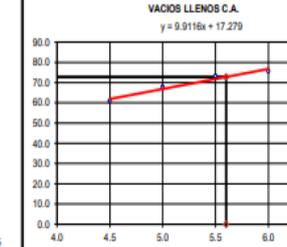
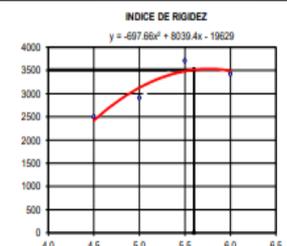
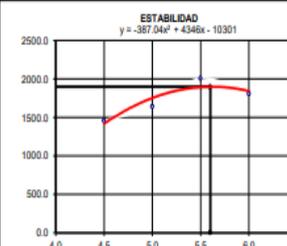

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

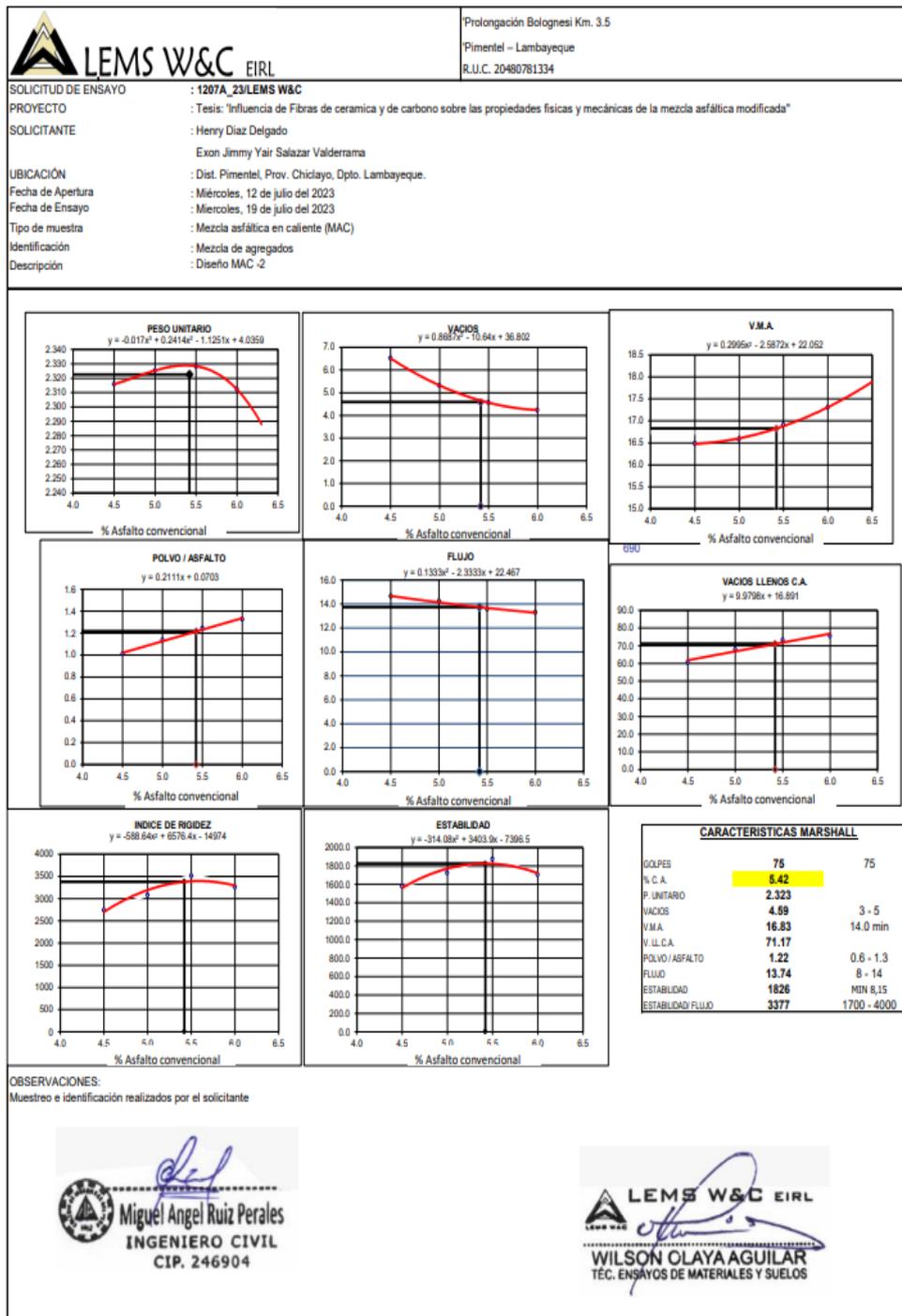
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica patrón



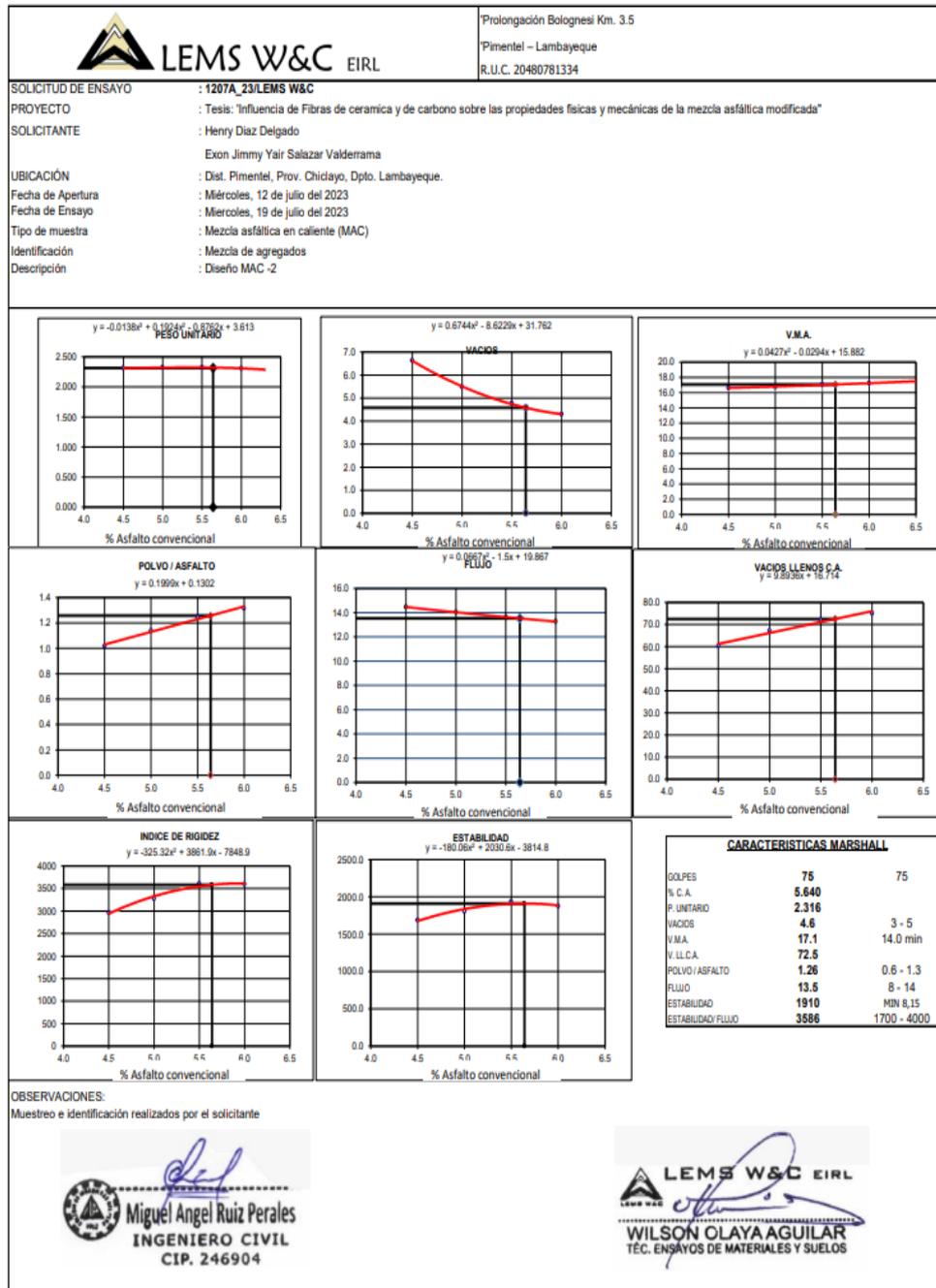
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.50% fibra de cerámica

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel - Lambayeque R.U.C. 20480781334																																	
SOLICITUD DE ENSAYO : 1207A_23/LEMS W&C PROYECTO : Tesis: "Influencia de Fibras de ceramica y de carbono sobre las propiedades fisicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada" SOLICITANTE : Henry Diaz Delgado Exon Jimmy Yair Salazar Valderrama																																			
UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque. Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023 Fecha de Ensayo : Miércoles, 19 de julio del 2023 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC -2																																			
 <p>PESO UNITARIO $y = -0.0205x^2 + 0.3175x - 1.6304x + 5.1023$</p>	 <p>VACIOS $y = 0.6215x^2 - 7.3665x + 29.594$</p>	 <p>V.M.A. $y = -0.226x^2 + 3.0685x + 6.8933$</p>																																	
 <p>POLVO / ASFALTO $y = 0.216x + 0.0283$</p>	 <p>FLUJO $y = 0.1333x^2 - 2.3733x + 22.827$</p>	 <p>VACIOS LLENOS C.A. $y = 9.9116x + 17.279$</p>																																	
 <p>INDICE DE RIGIDEZ $y = -697.66x^2 + 8039.4x - 19629$</p>	 <p>ESTABILIDAD $y = -387.04x^2 + 4346x - 10301$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CARACTERISTICAS MARSHALL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DOLPES</td> <td>75</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>% C. A.</td> <td>5.600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. UNITARIO</td> <td>2.329</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VACIOS</td> <td>4.47</td> <td>3 - 5</td> </tr> <tr> <td>V.M.A.</td> <td>16.93</td> <td>14.0 min</td> </tr> <tr> <td>V. LL.C.A.</td> <td>72.78</td> <td></td> </tr> <tr> <td>POLVO / ASFALTO</td> <td>1.24</td> <td>0.6 - 1.3</td> </tr> <tr> <td>FLUJO</td> <td>13.72</td> <td>8 - 14</td> </tr> <tr> <td>ESTABILIDAD</td> <td>1899</td> <td>MIN 8,15</td> </tr> <tr> <td>ESTABILIDAD FLUJO</td> <td>3517</td> <td>1700 - 4000</td> </tr> </tbody> </table>	CARACTERISTICAS MARSHALL			DOLPES	75	75	% C. A.	5.600		P. UNITARIO	2.329		VACIOS	4.47	3 - 5	V.M.A.	16.93	14.0 min	V. LL.C.A.	72.78		POLVO / ASFALTO	1.24	0.6 - 1.3	FLUJO	13.72	8 - 14	ESTABILIDAD	1899	MIN 8,15	ESTABILIDAD FLUJO	3517	1700 - 4000
CARACTERISTICAS MARSHALL																																			
DOLPES	75	75																																	
% C. A.	5.600																																		
P. UNITARIO	2.329																																		
VACIOS	4.47	3 - 5																																	
V.M.A.	16.93	14.0 min																																	
V. LL.C.A.	72.78																																		
POLVO / ASFALTO	1.24	0.6 - 1.3																																	
FLUJO	13.72	8 - 14																																	
ESTABILIDAD	1899	MIN 8,15																																	
ESTABILIDAD FLUJO	3517	1700 - 4000																																	
OBSERVACIONES: Muestreo e identificación realizados por el solicitante																																			
 <p>Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904</p>		 <p>LEMS W&C EIRL WILSON OLAYA AGUILAR TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS</p>																																	

Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de cerámica



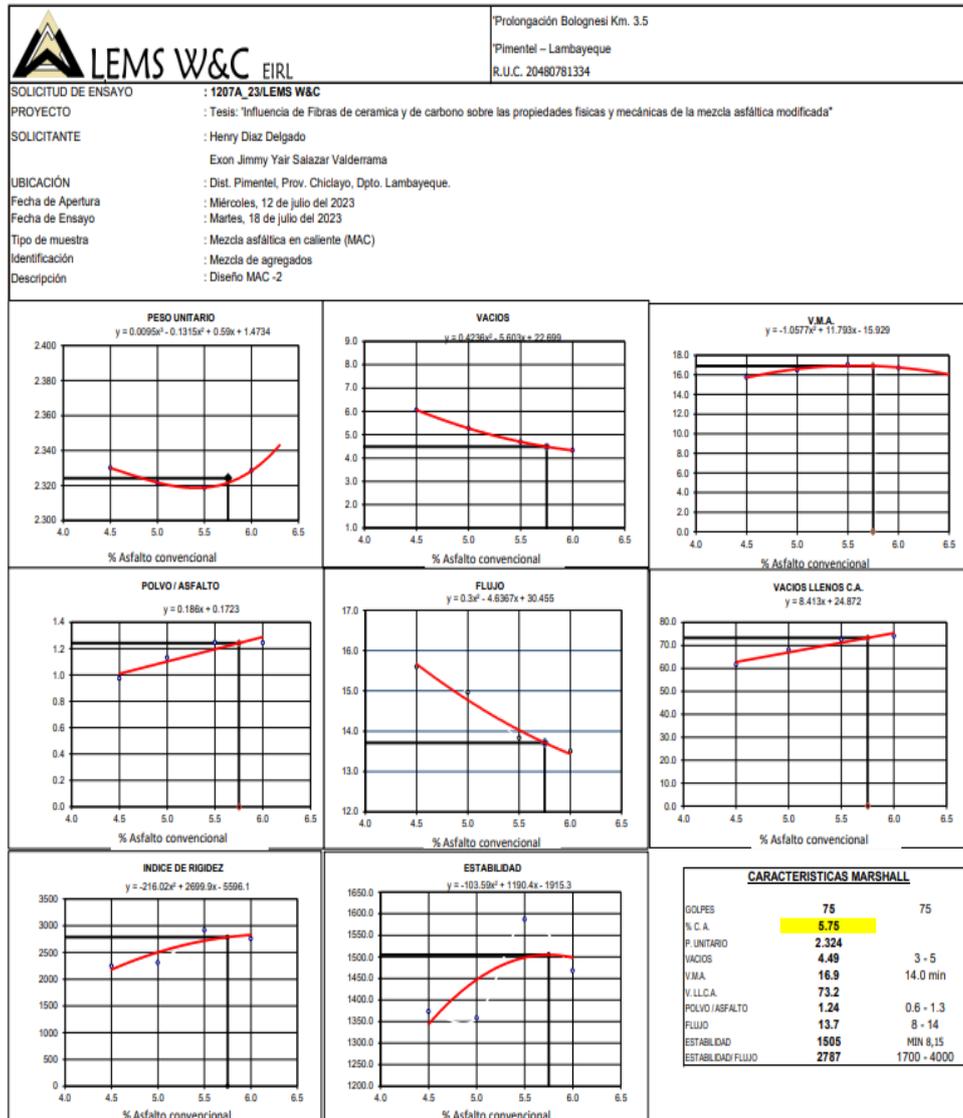
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.50% fibra de cerámica



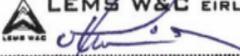
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.50% fibra de carbono



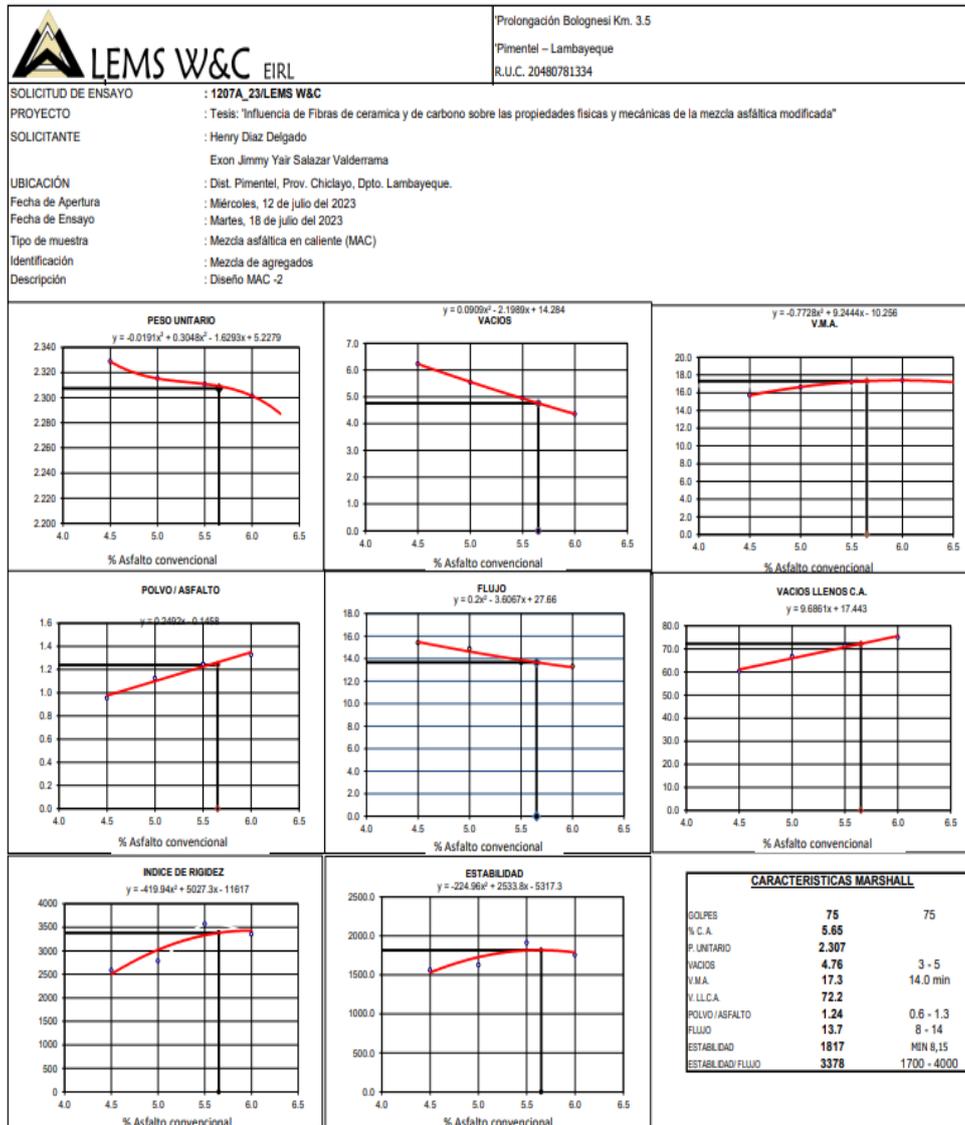
OBSERVACIONES:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono



OBSERVACIONES:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

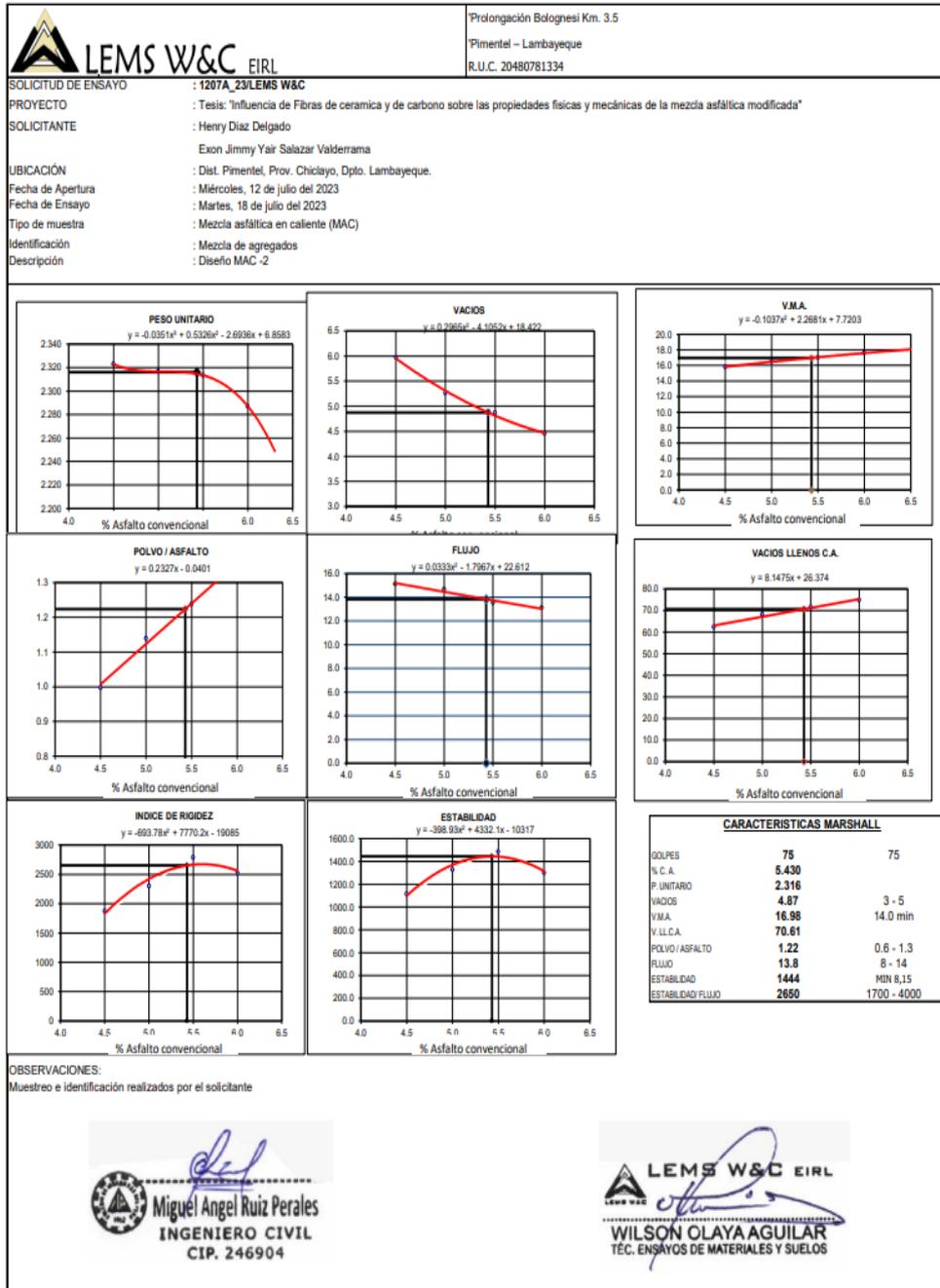


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

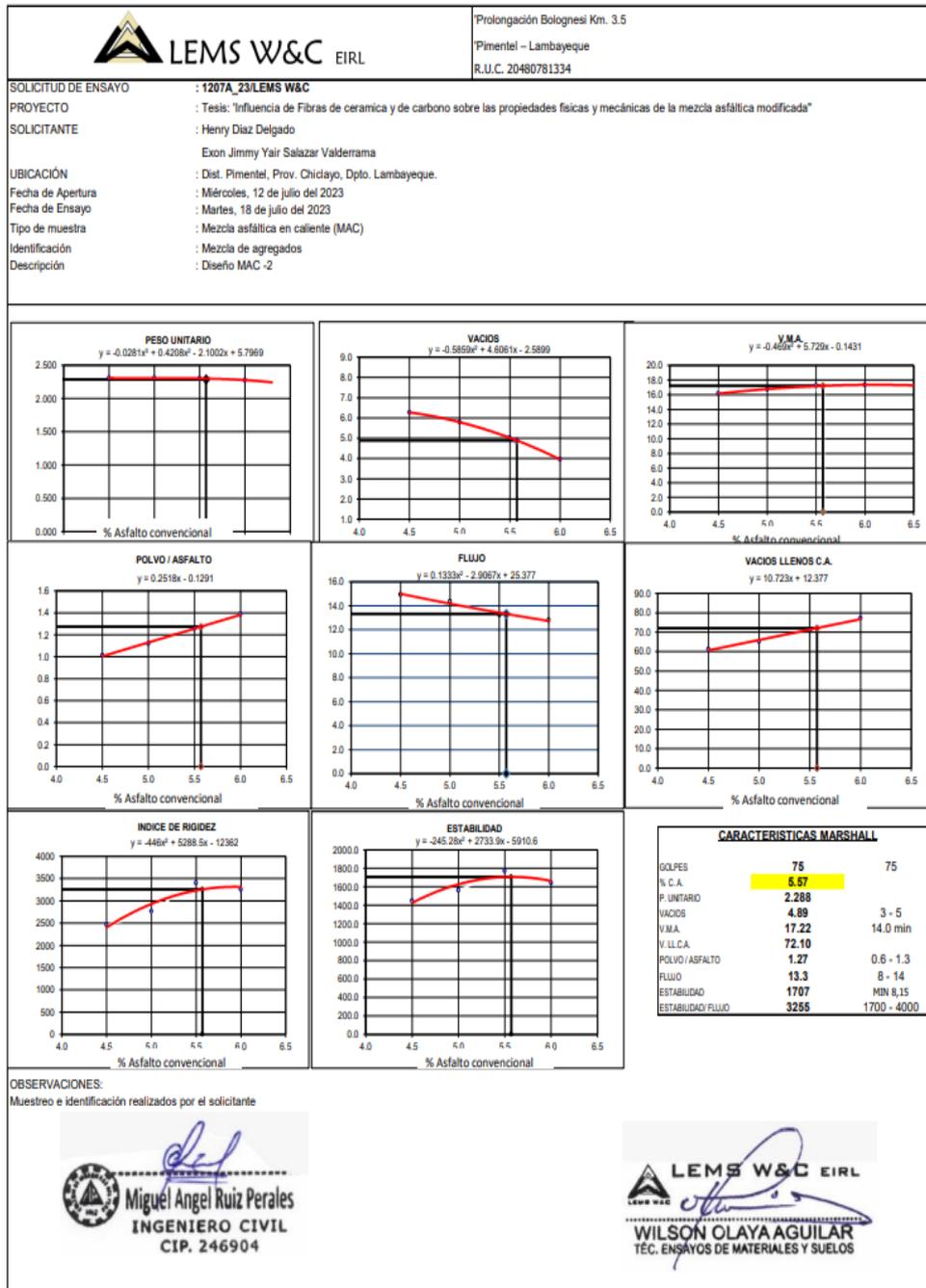


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

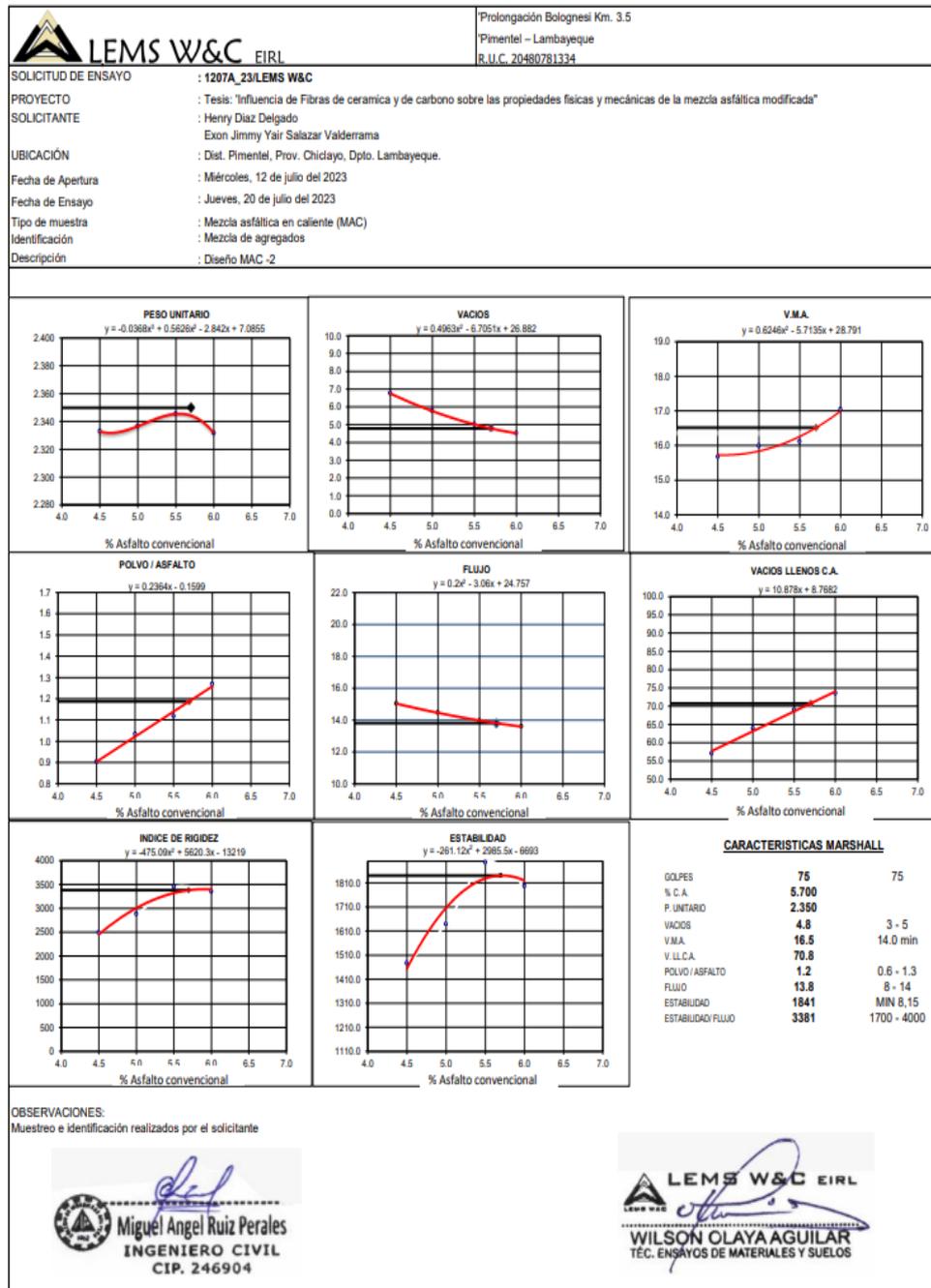
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de carbono



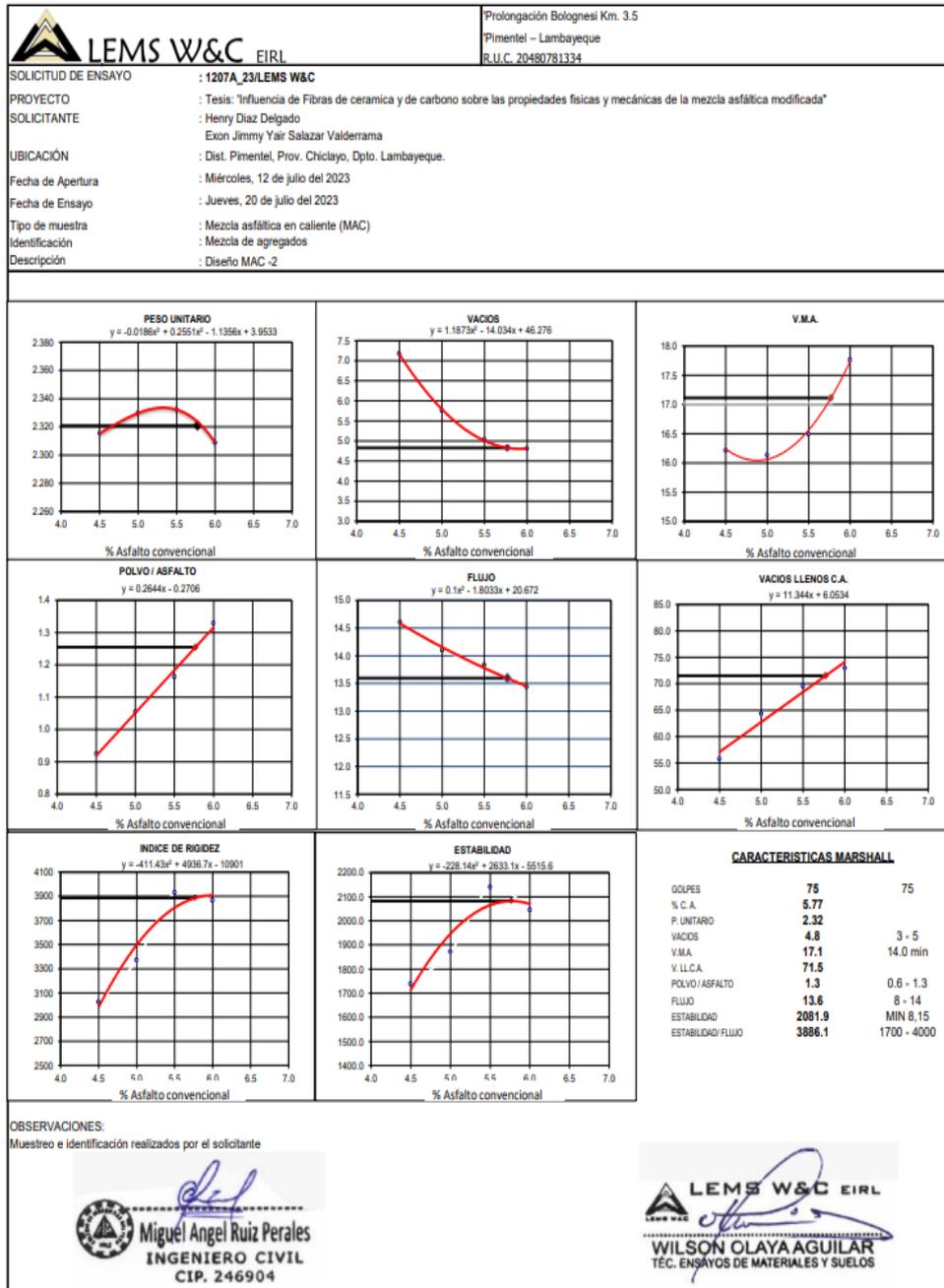
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.50% fibra de carbono



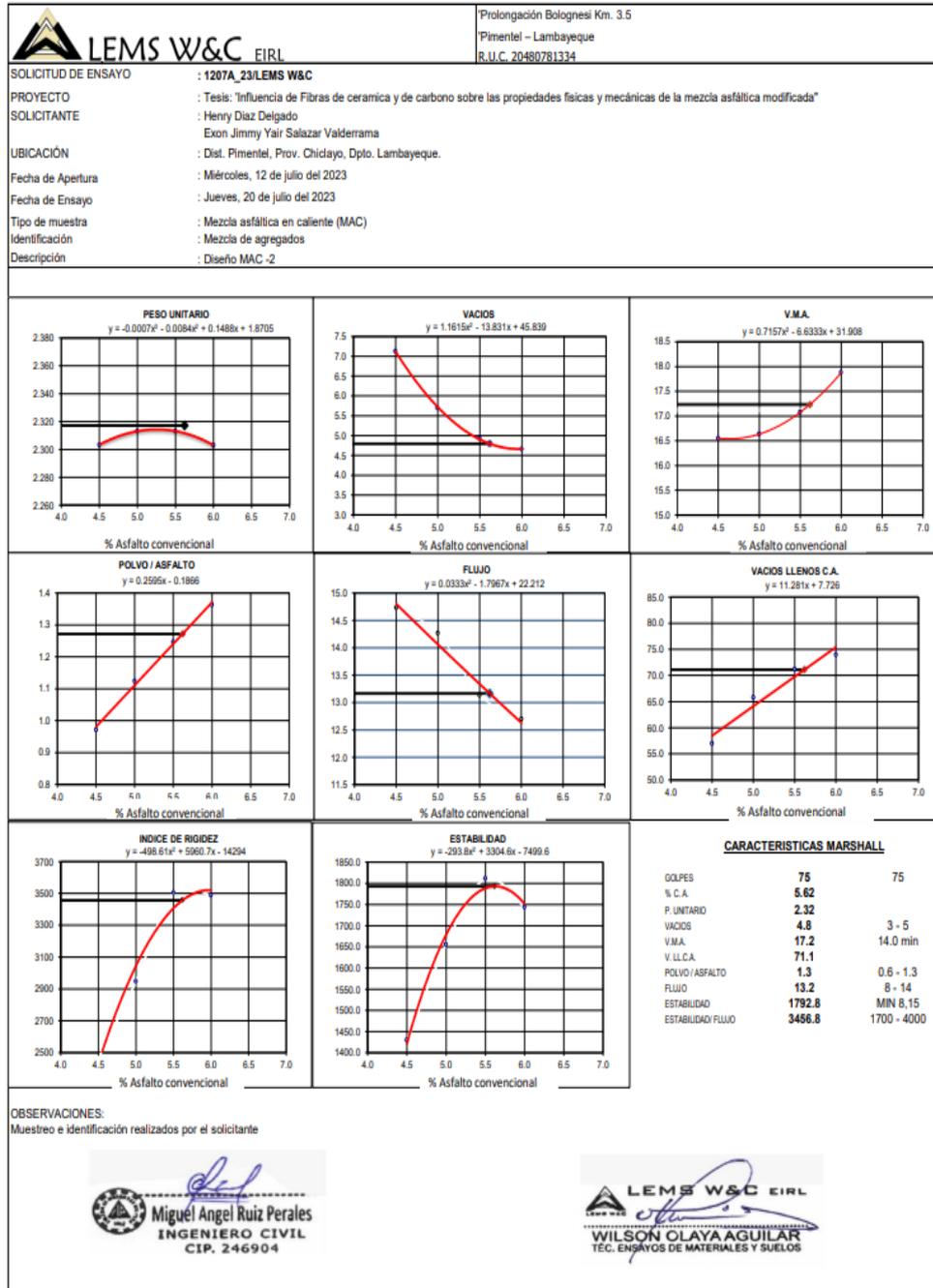
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 0.50% de fibra de carbono



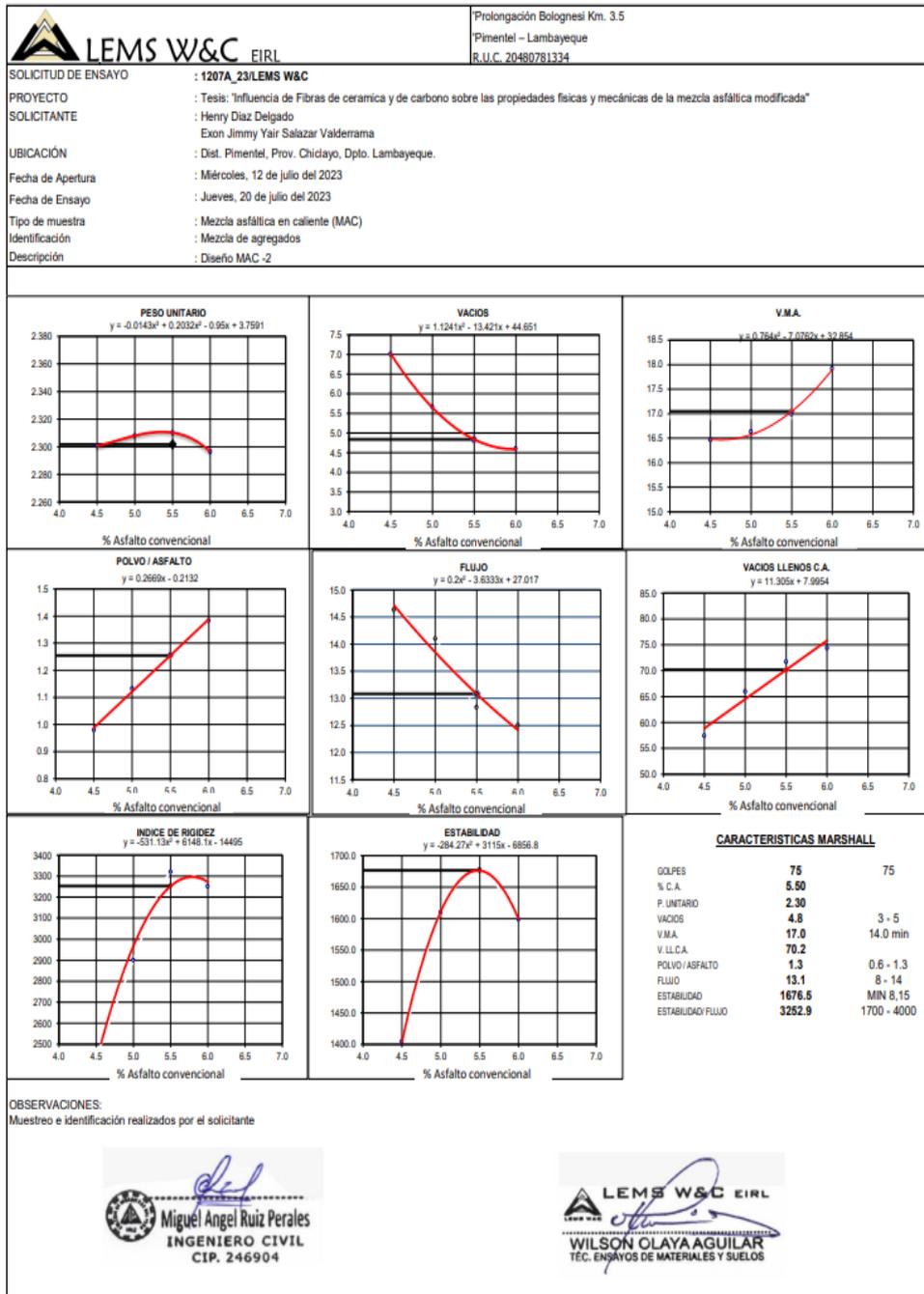
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 0.75% de fibra de carbono



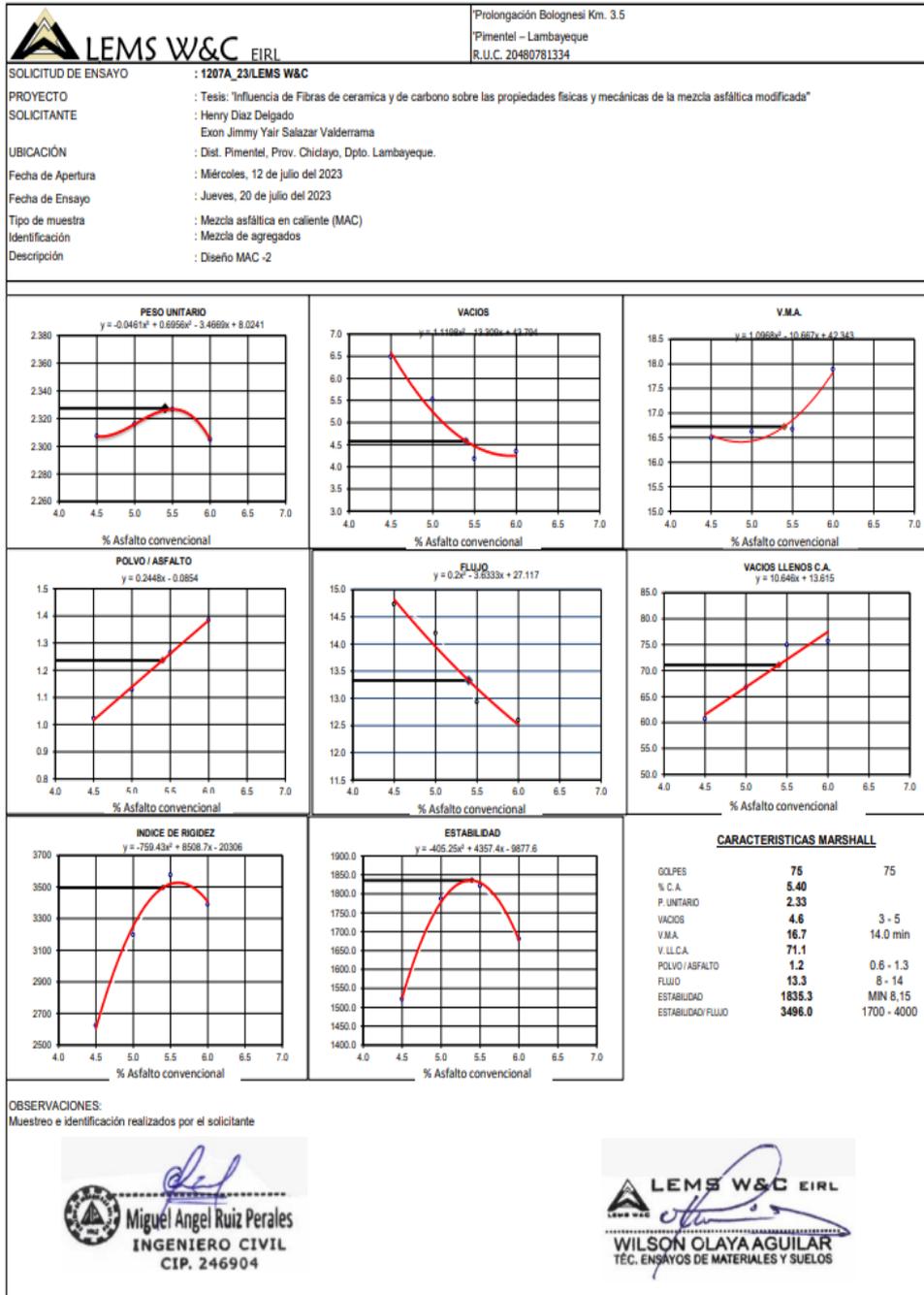
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 1.00% de fibra de carbono



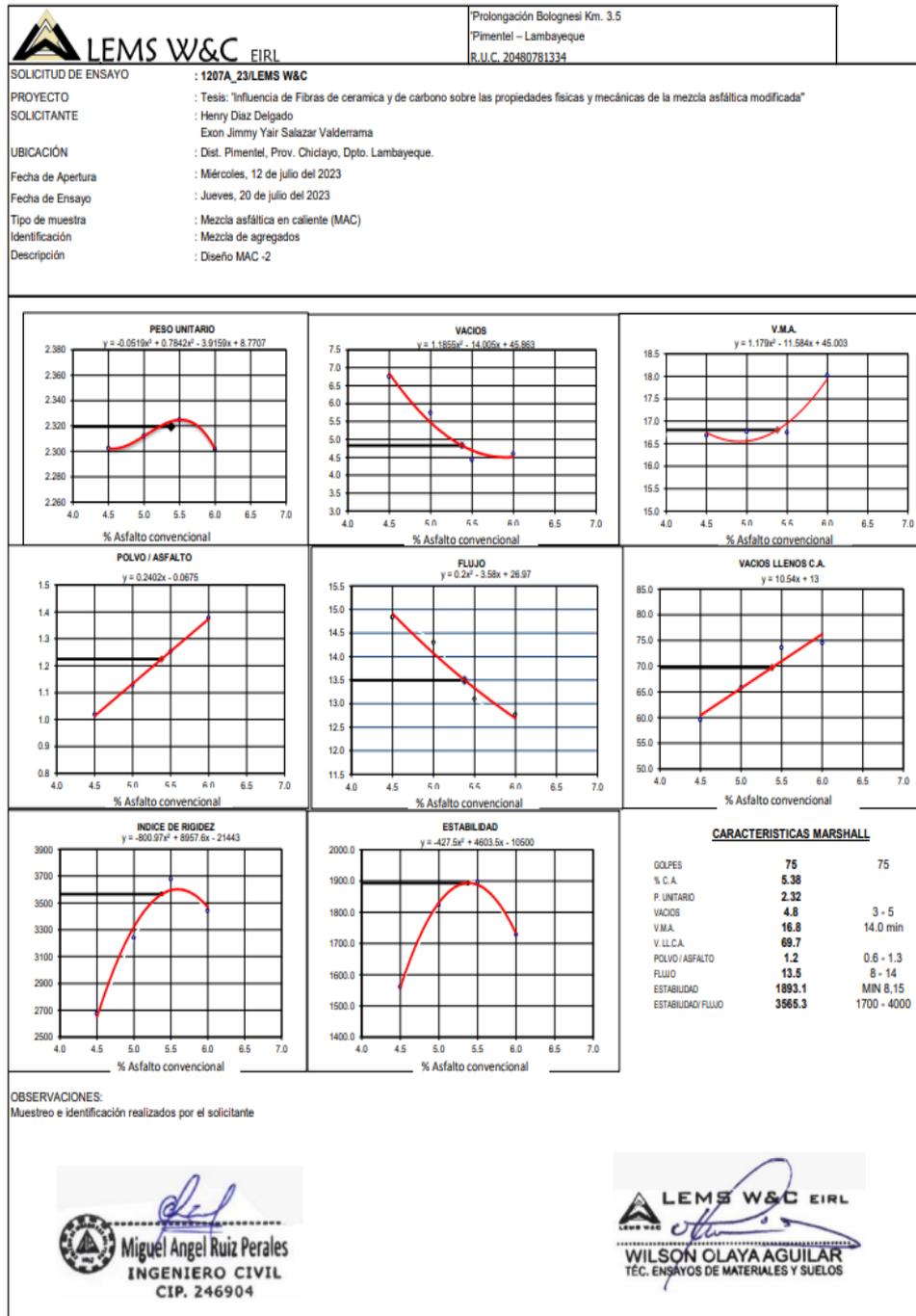
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 1.50% de fibra de carbono



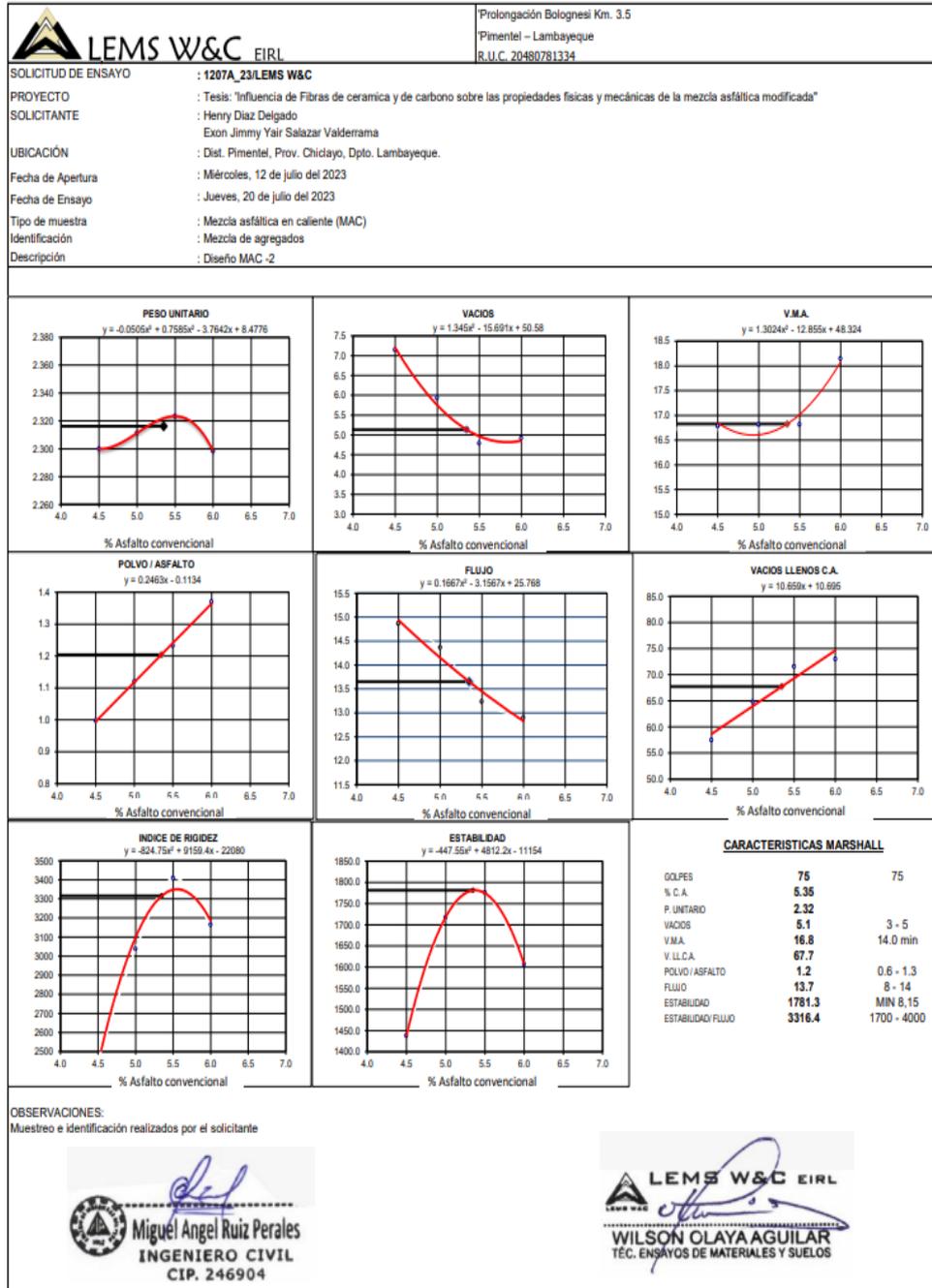
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono y 0.50% de fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono y 0.75% de fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono y 1.50% de fibra de cerámica



Anexo III. Ficha de Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-022-2022

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz. B. Lt. 1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico
Modelo : 34-3265
Nº de serie : H190611
Procedencia : USA
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%
Método de calibración : Norma ASTM C-231
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números
de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y
CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto
a un volumen de 1/4 de pie cúbico.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-23	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286

CCMA-022-2022

Página 1 de 2

Resultados de medición

Con 01 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5.0	5.0	5.0	0,0	0.1
2	5.0				
3	5.0				

Con 02 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10.0	10.0	10.0	0,0	0.1
2	10.0				
3	10.0				

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

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 DE MURETES

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 ABAGA 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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 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 LEDEI-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.



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_4 (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	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 r (%)	
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. Chillon 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

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.

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO AHAGA 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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 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

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.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

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_3 (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 q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
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 (f_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. Chillon 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 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

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.

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. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC S.A.C.

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 III^B" 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.



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		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (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 Permissible 200			Error Máximo Permissible 300		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec			
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	0.10	0.10	5	0	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 permissible 200			

* Valor entre 0 y 10e

☎ 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

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	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	6	-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	6	-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	6	-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. ΔL: Carga adicional. Eo: Error en cero.
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. Ec: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.000026 \text{ R}$

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





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

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	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8336460679
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A.
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 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


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 032 - 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

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

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

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 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

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

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	500	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
Diferencia Máxima		1,600		Diferencia Máxima		1,600
Error Máximo Permisible		± 3,000		Error Máximo Permisible		± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec			
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	10	10	500	0	10,001	800	700	700
2	10	10	400	100	10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	400	100	100
4	10	10	400	100	9,999	200	-700	-800
5	10	10	500	0	10,000	500	0	0
* Valor entre 0 y 10g					Error máximo permisible ± 3,000			



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	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)	
10	10	500	0	0	20	500	0	0	1,000
20	20	400	100	100	100	400	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado

E_o: Error en cero.

E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$$

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. Chillon 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 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 CORTE DIRECTO

Capacidad 500 kgf

Marca ORION

Modelo CD.02

Número de Serie 15011001

Clase NO INDICA

Procedencia PERÚ

Identificación NO INDICA

Indicador DIGITAL

Marca CON TRONIX

Modelo NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

División de Escala 0.01 kgf

Resolución

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión 2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-025 - 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 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

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	TERMOHIGRÓMETRO 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.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

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_4 (kgf)	$F_{promedio}$ (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 α (%)	
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 (f_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. 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 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 UPI S 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	TERMOMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

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. 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 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 FENRO 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.



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 del equipo (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	112.5	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		
DTI	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

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.

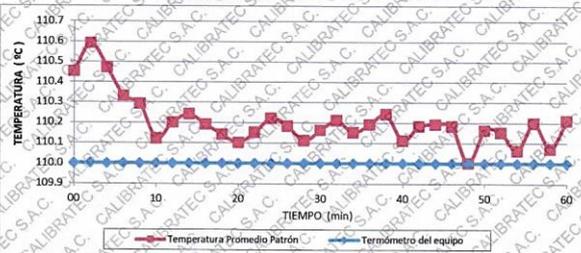
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



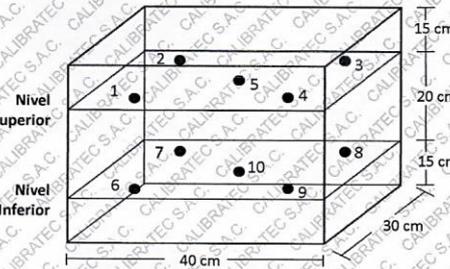
977.997.385 - 913.028.621
913.028.622 - 913.028.623
913.028.624

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

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



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





CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF - 024 - 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 **PRESA DE CONCRETO**
Capacidad 2000 kN
Marca AyA INSTRUMENT
Modelo STYE-2000B
Número de Serie 131214
Procedencia CHINA
Identificación NO INDICA
Indicación DIGITAL
Marca MC
Modelo STYE-2000B
Número de Serie 131214
Resolución 0.01 / 0.1 kN (*)
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 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 Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2022-01-22

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA 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 - 024 - 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

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

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
	%	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (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	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 (f_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.





PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Firmado digitalmente por:
CHUEZ SALAZAR Sergio Juan Piero
ID: 2013346023.html
Fecha: 2022/03/25 10:37:05-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: wtenwa22bp

Pág. 1 de 1

Anexo IV. Informe Estadístico

Estabilidad de la combinación de fibra de cerámica y de carbono

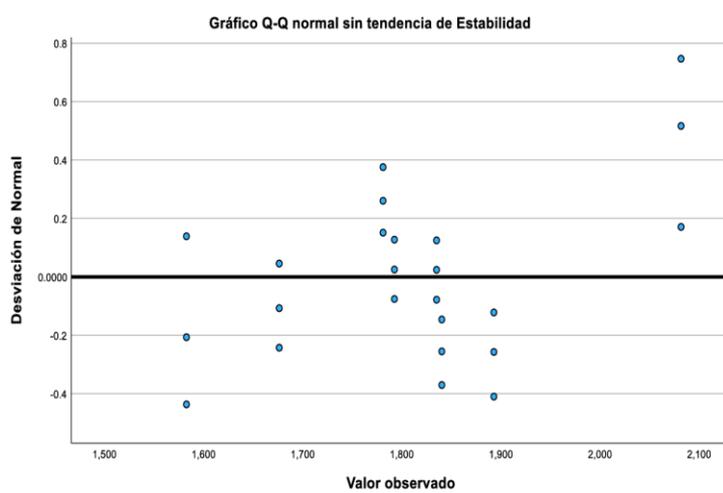
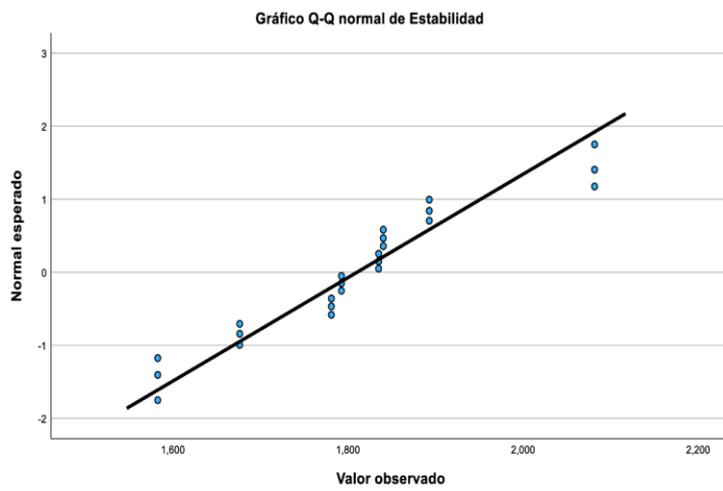
Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
	Estabilidad	24	100.0%	0	0.0%	24

Descriptivos				
			Estadístico	Error estándar
Estabilidad	Media		1810.5425	28.82988
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1750.9033	
		Límite superior	1870.1817	
	Media recortada al 5%		1808.1116	
	Mediana		1814.0150	
	Varianza		19947.893	
	Desv. estándar		141.23701	
	Mínimo		1582.89	
	Máximo		2081.95	
	Rango		499.06	
	Rango intercuartil		177.24	
	Asimetría		.321	.472
	Curtosis		.175	.918

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	.168	24	.079	.912	24	.040

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estabilidad



Análisis univariado de varianza

Notas

Factores inter-sujetos		
	Etiqueta de valor	N
Porcentajes	1.00 Patrón	3
	2.00 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	3
	3.00 1.00% F.Cerá	3

	+ 0.75% F.Carb	
4.00	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	3
5.00	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	3
6.00	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	3
7.00	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	3
8.00	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	3

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^{a,b}

		Estadístico de Levene			Sig.
			gl1	gl2	
Estabilidad	Se basa en la media	.364	7	16	.910
	Se basa en la mediana	.364	7	16	.910
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.364	7	10.522	.905
	Se basa en la media recortada	.364	7	16	.910

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.^{a,b}

a. Variable dependiente: Estabilidad

b. Diseño : Intersección + Porcentajes

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Estabilidad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	458801.535 ^a	7	65543.076	476676919.949	<.001
Intersección	78673539.463	1	78673539.463	572171196098.131	<.001
Porcentajes	458801.535	7	65543.076	476676919.94	<.001

				9
Error	.002	16	.000	
Total	79132341.001	24		
Total corregido	458801.538	23		

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

Pruebas post hoc

Porcentajes

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Estabilidad

	(I) Porcentajes	(J) Porcentajes	Diferencia de medias (I-J)		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			Desv. Error			Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Patrón	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-257.6500*	.00957	<.001	257.683 1	-257.6169
		1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-499.0300*	.00957	<.001	499.063 1	-498.9969
		1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	-209.8500*	.00957	<.001	209.883 1	-209.8169
		1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	-93.6200*	.00957	<.001	93.6531 1	-93.5869
		0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-252.3600*	.00957	<.001	252.393 1	-252.3269
		0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-310.1900*	.00957	<.001	310.223 1	-310.1569
		0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-198.3600*	.00957	<.001	198.393 1	-198.3269

1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	Patrón	257.6500*	.00957	<.001	257.616 9	257.6831
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	241.3800*	- .00957	<.001	- 241.413 1	-241.3469
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	47.8000*	.00957	<.001	47.7669	47.8331
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	164.0300*	.00957	<.001	163.996 9	164.0631
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	5.2900*	.00957	<.001	5.2569	5.3231
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-52.5400*	.00957	<.001	-52.5731	-52.5069
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	59.2900*	.00957	<.001	59.2569	59.3231
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	Patrón	499.0300*	.00957	<.001	498.996 9	499.0631
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	241.3800*	.00957	<.001	241.346 9	241.4131
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	289.1800*	.00957	<.001	289.146 9	289.2131
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	405.4100*	.00957	<.001	405.376 9	405.4431
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	246.6700*	.00957	<.001	246.636 9	246.7031
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	188.8400*	.00957	<.001	188.806 9	188.8731
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	300.6700*	.00957	<.001	300.636 9	300.7031
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	Patrón	209.8500*	.00957	<.001	209.816 9	209.8831
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-47.8000*	.00957	<.001	-47.8331	-47.7669
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	289.1800*	- .00957	<.001	- 289.213 1	-289.1469
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	116.2300*	.00957	<.001	116.196 9	116.2631
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-42.5100*	.00957	<.001	-42.5431	-42.4769
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	100.3400*	- .00957	<.001	- 100.373 1	-100.3069
	0.75% F.Carb +	11.4900*	.00957	<.001	11.4569	11.5231

	1.50% F. Cerá						
1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	Patrón	93.6200*	.00957	<.001	93.5869	93.6531	
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	164.0300*	- .00957	<.001	164.063 1	-163.9969	
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	405.4100*	- .00957	<.001	405.443 1	-405.3769	
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	116.2300*	- .00957	<.001	116.263 1	-116.1969	
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	158.7400*	- .00957	<.001	158.773 1	-158.7069	
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	216.5700*	- .00957	<.001	216.603 1	-216.5369	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	104.7400*	- .00957	<.001	104.773 1	-104.7069	
0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	Patrón	252.3600*	.00957	<.001	252.326 9	252.3931	
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-5.2900*	.00957	<.001	-5.3231	-5.2569	
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	246.6700*	- .00957	<.001	246.703 1	-246.6369	
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	42.5100*	.00957	<.001	42.4769	42.5431	
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	158.7400*	.00957	<.001	158.706 9	158.7731	
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-57.8300*	.00957	<.001	-57.8631	-57.7969	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	54.0000*	.00957	<.001	53.9669	54.0331	
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	Patrón	310.1900*	.00957	<.001	310.156 9	310.2231	
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	52.5400*	.00957	<.001	52.5069	52.5731	
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	188.8400*	- .00957	<.001	188.873 1	-188.8069	
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	100.3400*	.00957	<.001	100.306 9	100.3731	
	1.00% F.Cerá +	216.5700*	.00957	<.001	216.536	216.6031	

	1.50% F.Carb				9	
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	57.8300*	.00957	<.001	57.7969	57.8631
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	111.8300*	.00957	<.001	111.7969	111.8631
0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	Patrón	198.3600*	.00957	<.001	198.3269	198.3931
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-59.2900*	.00957	<.001	-59.3231	-59.2569
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-	.00957	<.001	-	-300.6369
		300.6700*			300.7031	
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	-11.4900*	.00957	<.001	-11.5231	-11.4569
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	104.7400*	.00957	<.001	104.7069	104.7731
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-54.0000*	.00957	<.001	-54.0331	-53.9669
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-	.00957	<.001	-	-111.7969
		111.8300*			111.8631	
Scheffe Patrón	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-	.00957	<.001	-	-257.6087
		257.6500*			257.6913	
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-	.00957	<.001	-	-498.9887
		499.0300*			499.0713	
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	-	.00957	<.001	-	-209.8087
		209.8500*			209.8913	
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	-93.6200*	.00957	<.001	-93.6613	-93.5787
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-	.00957	<.001	-	-252.3187
		252.3600*			252.4013	
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-	.00957	<.001	-	-310.1487
		310.1900*			310.2313	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-	.00957	<.001	-	-198.3187
		198.3600*			198.4013	
1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	Patrón	257.6500*	.00957	<.001	257.6087	257.6913
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-	.00957	<.001	-	-241.3387
		241.3800*			241.421	

						3
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	47.8000*	.00957	<.001	47.7587	47.8413
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	164.0300*	.00957	<.001	163.9887	164.0713
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	5.2900*	.00957	<.001	5.2487	5.3313
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-52.5400*	.00957	<.001	-52.5813	-52.4987
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	59.2900*	.00957	<.001	59.2487	59.3313
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	Patrón	499.0300*	.00957	<.001	498.9887	499.0713
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	241.3800*	.00957	<.001	241.3387	241.4213
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	289.1800*	.00957	<.001	289.1387	289.2213
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	405.4100*	.00957	<.001	405.3687	405.4513
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	246.6700*	.00957	<.001	246.6287	246.7113
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	188.8400*	.00957	<.001	188.7987	188.8813
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	300.6700*	.00957	<.001	300.6287	300.7113
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	Patrón	209.8500*	.00957	<.001	209.8087	209.8913
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-47.8000*	.00957	<.001	-47.8413	-47.7587
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	289.1800*	.00957	<.001	289.2213	-289.1387
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	116.2300*	.00957	<.001	116.1887	116.2713
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-42.5100*	.00957	<.001	-42.5513	-42.4687
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	100.3400*	.00957	<.001	100.3813	-100.2987
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	11.4900*	.00957	<.001	11.4487	11.5313
1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	Patrón	93.6200*	.00957	<.001	93.5787	93.6613
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	164.0300*	.00957	<.001	164.0713	-163.9887

						3
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	405.4100*	- .00957	<.001	-405.3687	405.4513
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	116.2300*	- .00957	<.001	-116.1887	116.2713
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	158.7400*	- .00957	<.001	-158.6987	158.7813
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	216.5700*	- .00957	<.001	-216.5287	216.6113
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	104.7400*	- .00957	<.001	-104.6987	104.7813
0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	Patrón	252.3600*	.00957	<.001	252.3187	252.4013
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-5.2900*	.00957	<.001	-5.3313	-5.2487
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	246.6700*	- .00957	<.001	-246.6287	246.7113
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	42.5100*	.00957	<.001	42.4687	42.5513
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	158.7400*	.00957	<.001	158.6987	158.7813
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-57.8300*	.00957	<.001	-57.8713	-57.7887
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	54.0000*	.00957	<.001	53.9587	54.0413
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	Patrón	310.1900*	.00957	<.001	310.1487	310.2313
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	52.5400*	.00957	<.001	52.4987	52.5813
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	188.8400*	- .00957	<.001	-188.7987	188.8813
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	100.3400*	.00957	<.001	100.2987	100.3813
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	216.5700*	.00957	<.001	216.5287	216.6113
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	57.8300*	.00957	<.001	57.7887	57.8713
	0.75% F.Carb +	111.8300*	.00957	<.001	111.788	111.8713

	1.50% F. Cerá				7	
0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	Patrón	198.3600*	.00957	<.001	198.318	198.4013
					7	
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-59.2900*	.00957	<.001	-59.3313	-59.2487
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-	.00957	<.001	-	-300.6287
		300.6700*			300.711	3
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	-11.4900*	.00957	<.001	-11.5313	-11.4487
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	104.7400*	.00957	<.001	104.698	104.7813
					7	
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-54.0000*	.00957	<.001	-54.0413	-53.9587
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-	.00957	<.001	-	-111.7887
		111.8300*			111.871	3

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .000.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

		Estabilidad			
		N	Subconjunto		
Porcentajes			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	Patrón	3	1582.9100		
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	3		1676.5300	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	3			1781.2700
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	3			
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	3			
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	3			
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	3			

	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	3			
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b}	Patrón	3	1582.9100		
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	3		1676.5300	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	3			1781.2700
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	3			
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	3			
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	3			
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	3			
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	3			
	Sig.		1.000	1.000	1.000

		Estabilidad			
		Subconjunto			
Porcentajes		4	5	6	7
HSD Tukey ^{a,b}	Patrón				
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb				
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá				
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	1792.7600			
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá		1835.2700		
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb			1840.5600	
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá				1893.1000
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb				
	Sig.	1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b}	Patrón				

1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb				
0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá				
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	1792.7600			
0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá		1835.2700		
1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb			1840.5600	
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá				1893.1000
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb				
Sig.	1.000	1.000	1.000	1.000

Estabilidad		
		Subconjunto
		o
Porcentajes		8
HSD Tukey ^{a,b}	Patrón	
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	2081.9400
	Sig.	1.000
Scheffe ^{a,b}	Patrón	
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	
	1.00% F.Cerá + 1.00%	

F,Carb	
0.75% F,Carb + 0.50%	
F, Cerá	
1.00% F,Cerá + 0.50%	
F,Carb	
0.75% F,Carb + 0.75%	
F, Cerá	
1.00% F,Cerá + 0.75%	2081.9400
F,Carb	
Sig.	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = .000.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.
 b. Alfa = .05.

15
 ING. LUIS ALBERTO SANCHEZ ALVARADO
 COESPE N° 576
 COLEGIO DE ESTADÍSTICOS DEL PERÚ

Flujo de la combinación de fibra de cerámica y de carbono

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Flujo	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar
Flujo	Media	13.5163	.06085
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13.3904
		Límite superior	13.6421
	Media recortada al 5%	13.5142	
	Mediana	13.5500	
	Varianza	.089	
	Desv. estándar	.29811	
	Mínimo	13.07	
	Máximo	14.00	
	Rango	.93	
	Rango intercuartil	.55	
	Asimetría	.020	.472
	Curtosis	-1.070	.918

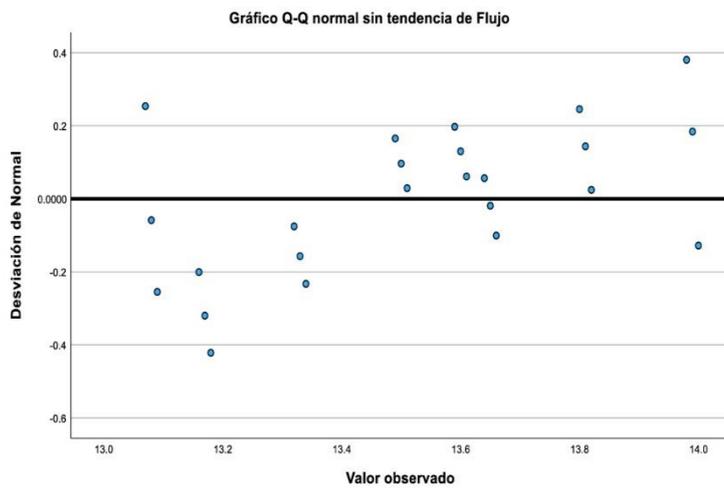
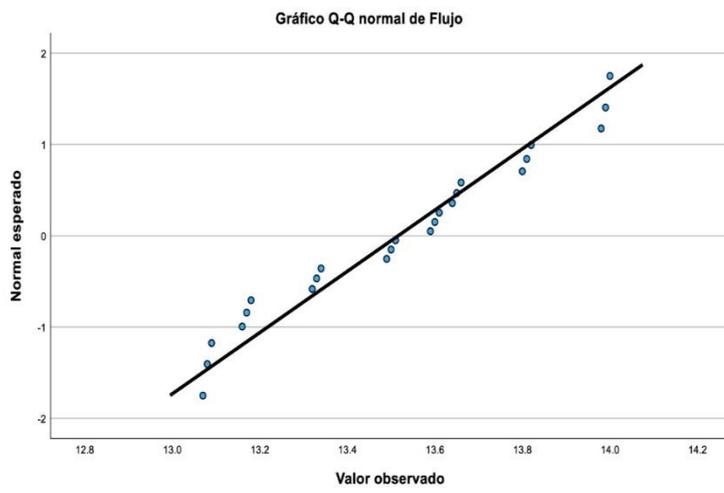
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Flujo	.120	24	.200*	.940	24	.167

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Flujo



Análisis univariado de varianza

Notas

Factores inter-sujetos

	Etiqueta de valor	N
Porcentajes	1.00 Patrón	3
	2.00 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	3
	3.00 1.00% F.Cerá	3

	+ 0.75% F.Carb	
4.00	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	3
5.00	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	3
6.00	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	3
7.00	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	3
8.00	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	3

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Flujo	Se basa en la media	.000	7	16	1.000
	Se basa en la mediana	.000	7	16	1.000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.000	7	16.000	1.000
	Se basa en la media recortada	.000	7	16	1.000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.^{a,b}

a. Variable dependiente: Flujo

b. Diseño : Intersección + Porcentajes

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Flujo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2.042 ^a	7	.292	2917.661	<.001
Intersección	4384.536	1	4384.536	43845363.375	<.001
Porcentajes	2.042	7	.292	2917.661	<.001

Error	.002	16	1.000E-4		
Total	4386.580	24			
Total corregido	2.044	23			

a. R al cuadrado = .999 (R al cuadrado ajustada = .999)

Pruebas post hoc

Porcentajes

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Flujo

(I) Porcentajes		(J) Porcentajes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Patrón	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	.1800*	.00816	<.001	.1517	.2083
		1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	.3900*	.00816	<.001	.3617	.4183
		1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.8200*	.00816	<.001	.7917	.8483
		1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.9100*	.00816	<.001	.8817	.9383
		0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.6600*	.00816	<.001	.6317	.6883
		0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.4900*	.00816	<.001	.4617	.5183
		0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	.3400*	.00816	<.001	.3117	.3683
		1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	Patrón	-.1800*	.00816	<.001	-.2083
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	.2100*	.00816	<.001	.1817	.2383
		1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.6400*	.00816	<.001	.6117	.6683
		1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.7300*	.00816	<.001	.7017	.7583
		1.00% F.Cerá + 1.50% F. Cerá	.7300*	.00816	<.001	.7017	.7583

	1.50% F.Carb					
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.4800*	.00816	<.001	.4517	.5083
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.3100*	.00816	<.001	.2817	.3383
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	.1600*	.00816	<.001	.1317	.1883
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	Patrón	-.3900*	.00816	<.001	-.4183	-.3617
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.2100*	.00816	<.001	-.2383	-.1817
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.4300*	.00816	<.001	.4017	.4583
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.5200*	.00816	<.001	.4917	.5483
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.2700*	.00816	<.001	.2417	.2983
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.1000*	.00816	<.001	.0717	.1283
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-.0500*	.00816	<.001	-.0783	-.0217
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	Patrón	-.8200*	.00816	<.001	-.8483	-.7917
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.6400*	.00816	<.001	-.6683	-.6117
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-.4300*	.00816	<.001	-.4583	-.4017
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.0900*	.00816	<.001	.0617	.1183
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-.1600*	.00816	<.001	-.1883	-.1317
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-.3300*	.00816	<.001	-.3583	-.3017
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-.4800*	.00816	<.001	-.5083	-.4517
1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	Patrón	-.9100*	.00816	<.001	-.9383	-.8817
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.7300*	.00816	<.001	-.7583	-.7017
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-.5200*	.00816	<.001	-.5483	-.4917
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	-.0900*	.00816	<.001	-.1183	-.0617
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-.2500*	.00816	<.001	-.2783	-.2217
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-.4200*	.00816	<.001	-.4483	-.3917

	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá		-.5700*	.00816	<.001	-.5983	-.5417
0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	Patrón		-.6600*	.00816	<.001	-.6883	-.6317
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb		-.4800*	.00816	<.001	-.5083	-.4517
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb		-.2700*	.00816	<.001	-.2983	-.2417
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb		.1600*	.00816	<.001	.1317	.1883
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb		.2500*	.00816	<.001	.2217	.2783
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá		-.1700*	.00816	<.001	-.1983	-.1417
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá		-.3200*	.00816	<.001	-.3483	-.2917
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	Patrón		-.4900*	.00816	<.001	-.5183	-.4617
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb		-.3100*	.00816	<.001	-.3383	-.2817
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb		-.1000*	.00816	<.001	-.1283	-.0717
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb		.3300*	.00816	<.001	.3017	.3583
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb		.4200*	.00816	<.001	.3917	.4483
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá		.1700*	.00816	<.001	.1417	.1983
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá		-.1500*	.00816	<.001	-.1783	-.1217
0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	Patrón		-.3400*	.00816	<.001	-.3683	-.3117
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb		-.1600*	.00816	<.001	-.1883	-.1317
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb		.0500*	.00816	<.001	.0217	.0783
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb		.4800*	.00816	<.001	.4517	.5083
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb		.5700*	.00816	<.001	.5417	.5983
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá		.3200*	.00816	<.001	.2917	.3483
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá		.1500*	.00816	<.001	.1217	.1783
Scheffe Patrón	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb		.1800*	.00816	<.001	.1448	.2152
	1.00% F.Cerá +		.3900*	.00816	<.001	.3548	.4252

	0.75% F.Carb					
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.8200*	.00816	<.001	.7848	.8552
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.9100*	.00816	<.001	.8748	.9452
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.6600*	.00816	<.001	.6248	.6952
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.4900*	.00816	<.001	.4548	.5252
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	.3400*	.00816	<.001	.3048	.3752
1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	Patrón	-.1800*	.00816	<.001	-.2152	-.1448
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	.2100*	.00816	<.001	.1748	.2452
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.6400*	.00816	<.001	.6048	.6752
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.7300*	.00816	<.001	.6948	.7652
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.4800*	.00816	<.001	.4448	.5152
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.3100*	.00816	<.001	.2748	.3452
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	.1600*	.00816	<.001	.1248	.1952
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	Patrón	-.3900*	.00816	<.001	-.4252	-.3548
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.2100*	.00816	<.001	-.2452	-.1748
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.4300*	.00816	<.001	.3948	.4652
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.5200*	.00816	<.001	.4848	.5552
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.2700*	.00816	<.001	.2348	.3052
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.1000*	.00816	<.001	.0648	.1352
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-.0500*	.00816	.003	-.0852	-.0148
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	Patrón	-.8200*	.00816	<.001	-.8552	-.7848
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.6400*	.00816	<.001	-.6752	-.6048
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-.4300*	.00816	<.001	-.4652	-.3948
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.0900*	.00816	<.001	.0548	.1252

	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-.1600*	.00816	<.001	-.1952	-.1248
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-.3300*	.00816	<.001	-.3652	-.2948
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-.4800*	.00816	<.001	-.5152	-.4448
1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	Patrón	-.9100*	.00816	<.001	-.9452	-.8748
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.7300*	.00816	<.001	-.7652	-.6948
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-.5200*	.00816	<.001	-.5552	-.4848
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	-.0900*	.00816	<.001	-.1252	-.0548
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	-.2500*	.00816	<.001	-.2852	-.2148
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-.4200*	.00816	<.001	-.4552	-.3848
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-.5700*	.00816	<.001	-.6052	-.5348
0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	Patrón	-.6600*	.00816	<.001	-.6952	-.6248
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.4800*	.00816	<.001	-.5152	-.4448
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-.2700*	.00816	<.001	-.3052	-.2348
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.1600*	.00816	<.001	.1248	.1952
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.2500*	.00816	<.001	.2148	.2852
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	-.1700*	.00816	<.001	-.2052	-.1348
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	-.3200*	.00816	<.001	-.3552	-.2848
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	Patrón	-.4900*	.00816	<.001	-.5252	-.4548
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.3100*	.00816	<.001	-.3452	-.2748
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	-.1000*	.00816	<.001	-.1352	-.0648
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.3300*	.00816	<.001	.2948	.3652
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.4200*	.00816	<.001	.3848	.4552
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.1700*	.00816	<.001	.1348	.2052
	0.75% F.Carb +	-.1500*	.00816	<.001	-.1852	-.1148

	1.50% F. Cerá					
0.75% F.Carb + Patrón		-.3400*	.00816	<.001	-.3752	-.3048
1.50% F. Cerá	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	-.1600*	.00816	<.001	-.1952	-.1248
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	.0500*	.00816	.003	.0148	.0852
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	.4800*	.00816	<.001	.4448	.5152
	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	.5700*	.00816	<.001	.5348	.6052
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	.3200*	.00816	<.001	.2848	.3552
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	.1500*	.00816	<.001	.1148	.1852

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1.00E-004.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

Porcentajes	N	Flujo			
		1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b} 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	3	13.0800			
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	3		13.1700		
0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	3			13.3300	
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	3				13.5000
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	3				
0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	3				
1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	3				
Patrón	3				

	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{ab}	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb	3	13.0800			
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb	3		13.1700		
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá	3			13.3300	
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá	3				13.5000
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	3				
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá	3				
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb	3				
	Patrón	3				
	Sig.			1.000	1.000	1.000

Flujo

		Subconjunto			
Porcentajes		5	6	7	8
HSD Tukey ^{ab}	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb				
	1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb				
	0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá				
	0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá				
	1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	13.6000			
	0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá		13.6500		
	1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb			13.8100	
	Patrón				13.9900
	Sig.	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scheffe ^{ab}	1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb			
1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb					

0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá				
0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá				
1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb	13.6000			
0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá		13.6500		
1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb			13.8100	
Patrón				13.9900
Sig.	1.000	1.000	1.000	1.000

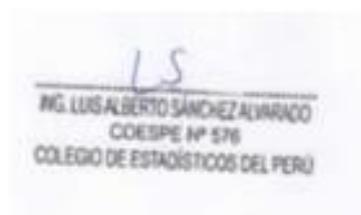
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1.00E-004.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa = .05.



Anexo V. Ficha de Juicio de Expertos



Colegiatura N° 73765

Ficha de validación según AIKEN

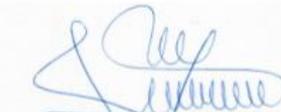
I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
BARTUREN NOE FRAZIER SMITH	SUPERVISOR LOMBARDI	Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice	Diaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair
Título de la Investigación:			
INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA			

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

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	ACUERDO	CONFORME
2	ACUERDO	CONFORME
3	ACUERDO	CONFORME
4	ACUERDO	CONFORME
5	ACUERDO	CONFORME
6	ACUERDO	CONFORME


Frazier Smith Barturen Noe
INGENIERO CIVIL
CIP-15740

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

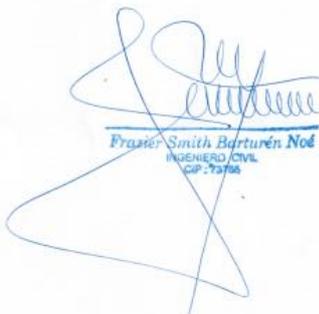
	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Propiedades físicas de los agregados pétreos								
1	Análisis granulométrico	Si		Si		Si		Si	
2	Calidad de los agregados	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
3	Densidad	Si		Si		Si		Si	
4	Resistencia a la tensión	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	Estabilidad y Flujo Marshall	Si		Si		Si		Si	
6	Rice	Si		Si		Si		Si	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: BARTUREN NOE FRAZIER SMITH

Especialidad: Ing. Civil – Especialista


Frazier Smith Barturen Noe
INGENIERO CIVIL
CIP: 79706

Colegiatura N° 78600



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
SABA EFFIO JUAN FRANCISCO	COORDINADOR LOMBARDI	Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice	Diaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair
Título de la Investigación:			
INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA			

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.

ÍTEM	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	ACUERDO	CONFORME
2	ACUERDO	CONFORME
3	ACUERDO	CONFORME
4	ACUERDO	CONFORME
5	ACUERDO	CONFORME
6	ACUERDO	CONFORME


 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I.P. 78600

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

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Propiedades físicas de los agregados pétreos	Si		Si		Si		Si	
1	Análisis granulométrico	Si		Si		Si		Si	
2	Calidad de los agregados	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
3	Densidad	Si		Si		Si		Si	
4	Resistencia a la tensión	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	Estabilidad y Flujo Marshall	Si		Si		Si		Si	
6	Rice	Si		Si		Si		Si	

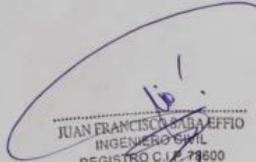
Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: SABA EFFIO JUAN FRANCISCO

Especialidad: Ing. Civil – Especialista


 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I. 79600

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
Richard Anthony Becerra Pintado	Ingeniero de la Dirección de Estudios Gobierno Regional Lambayeque	Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice	Diaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair

Título de la Investigación:

INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA

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.

ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	ACUERDO	CONFORME
2	ACUERDO	CONFORME
3	ACUERDO	CONFORME
4	ACUERDO	CONFORME
5	ACUERDO	CONFORME
6	ACUERDO	CONFORME



Richard A. Becerra Pintado
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 217432

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
	Propiedades físicas de los agregados pétreos								
1	Análisis granulométrico	Si		Si		Si		Si	
2	Calidad de los agregados	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
3	Densidad	Si		Si		Si		Si	
4	Resistencia a la tensión	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	Estabilidad y Flujo Marshall	Si		Si		Si		Si	
6	Rice	Si		Si		Si		Si	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: SABA EFFIO JUAN FRANCISCO

Especialidad: Ing. Civil – Especialista

J.F.
 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I.E. 79600

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
<p>PORRAS PEÑA ESWIN ANIBAL</p>	<p>GERENTE GENERAL EGAPP</p>	<p>Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice</p>	<p>Díaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair</p>
<p>Título de la Investigación:</p> <p>INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA</p>			

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
1	ACUERDO	CONFORME
2	ACUERDO	CONFORME
3	ACUERDO	CONFORME
4	ACUERDO	CONFORME
5	ACUERDO	CONFORME
6	ACUERDO	CONFORME


 ING. ESWIN ANIBAL PORRAS PEÑA
 GERENTE GENERAL
 EGAPP INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

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

	Dimensiones/items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Propiedades físicas de los agregados pétreos	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Análisis granulométrico	Si		Si		Si		Si	
2	Calidad de los agregados	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
3	Densidad	Si		Si		Si		Si	
4	Resistencia a la tensión	Si		Si		Si		Si	
	Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	Estabilidad y Flujo Marshall	Si		Si		Si		Si	
6	Rice	Si		Si		Si		Si	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: SABA EFFIO JUAN FRANCISCO

Especialidad: Ing. Civil – Especialista

JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
INGENIERO CIVIL
REGISTRO C.I.E. 778600

APU MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL					
Partida	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70				
Rendimiento	250		m3/día		
Costo unitario directo por: m3	S/ 513.32				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1	0.0320	33.25	1.06
OFICIAL	hh	1	0.0320	21.79	0.70
OPERARIO	hh	1	0.0320	27.71	0.89
PEON	hh	3	0.0960	19.71	5.68
Materiales					
PETROLEO DIESEL # 2	gal		5.800	10.84	62.87
FILLER	m3		0.019	0.88	0.02
PIEDRA CHANCADA	m3		0.467	53.39	24.95
ARENA	m3		0.458	49.15	22.50
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	kg		134.94	2.61	352.19
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	8.32	0.42
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.00	0.032	257.52	8.24
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1.00	0.032	249.81	7.99
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2.00	0.064	202.52	12.96
PLANTA DE ASFALTO DE 150 Tn/Hr.	hm	1.00	0.032	401.46	12.85
					S/ 42.46
COSTO UNITARIO DIRECTO POR METRO CÚBICO					S/ 513.32

APU MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA					
Partida	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70				
Costo unitario directo por: m3	S/ 669.12				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1	0.0320	33.25	1.06
OFICIAL	hh	1	0.0320	21.79	0.70
OPERARIO	hh	1	0.0320	27.71	0.89
PEON	hh	3	0.0960	19.71	5.68
Materiales					
PETROLEO DIESEL # 2	gal		5.800	10.84	62.87
FILLER	m3		0.019	0.88	0.02
PIEDRA CHANCADA	m3		0.458	53.39	24.47
ARENA	m3		0.449	49.15	22.07
FIBRA DE CARBONO	kg		1.043	135.81	141.62
FIBRA DE CERAMICA	kg		1.390	3.17	4.41
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	kg		139.04	2.61	362.88
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	8.32	0.42
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.00	0.032	257.52	8.24
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1.00	0.032	249.81	7.99
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2.00	0.064	202.52	12.96
PLANTA DE ASFALTO DE 150 Tn/Hr.	hm	1.00	0.032	401.46	12.85
					S/ 42.46
COSTO UNITARIO DIRECTO POR METRO CÚBICO					S/ 669.12

Nota: Capeco 2024 - Marzo

Nota: En cuanto a la Cantidad de material por m³ en el análisis de precios unitarios, estos datos se calculan de acuerdo a la proporción obtenida para cada muestra de acuerdo a la combinación teórica de materiales, asimismo, la cuadrilla de la mano de obra como los equipos son establecidos de acuerdo al criterio de ingeniero encargado en la ejecución del proyecto.

Anexo VI. Panel Fotográfico

Visita a la planta de asfalto del Gobierno Regional





Ensayos de agregados pétreos



Secado de los agregados pétreos



Mezclado de agregados para la mezcla asfáltica



Registro de temperatura de los agregados para la mezcla asfáltica



Incorporación de ligante para la mezcla asfáltica



Pedestal para la compactación de la mezcla asfáltica



Prensa para desmoldar briquetas asfálticas



Briquetas asfálticas elaboradas



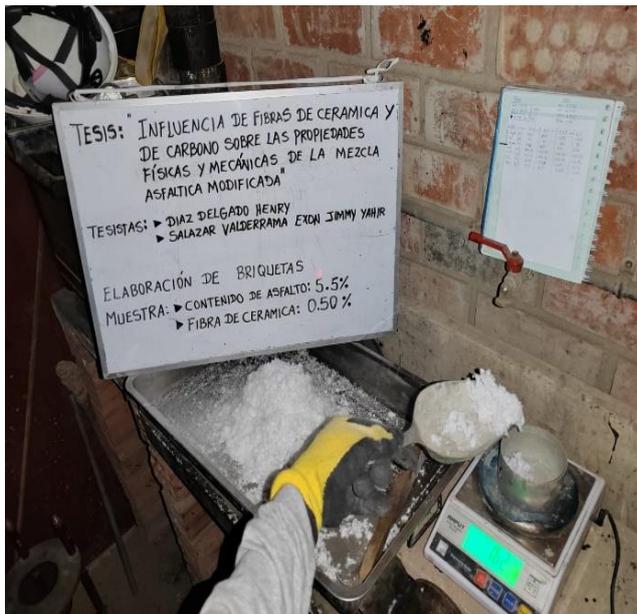
Equipo Marshall



Fibra de cerámica



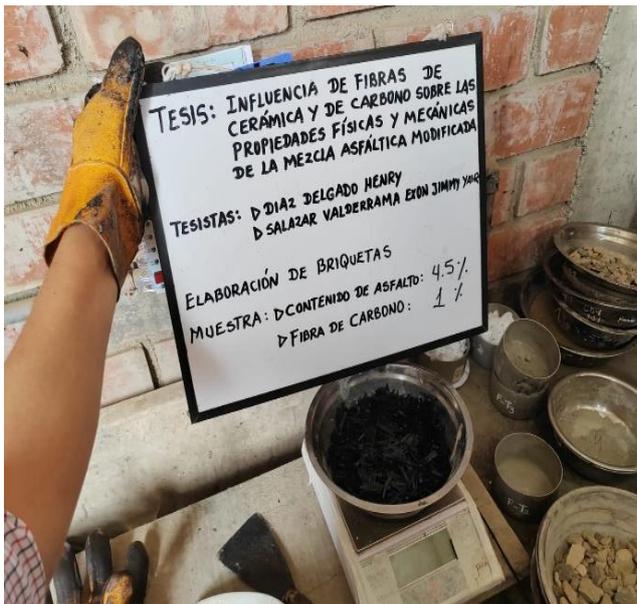
Peso de la fibra de cerámica



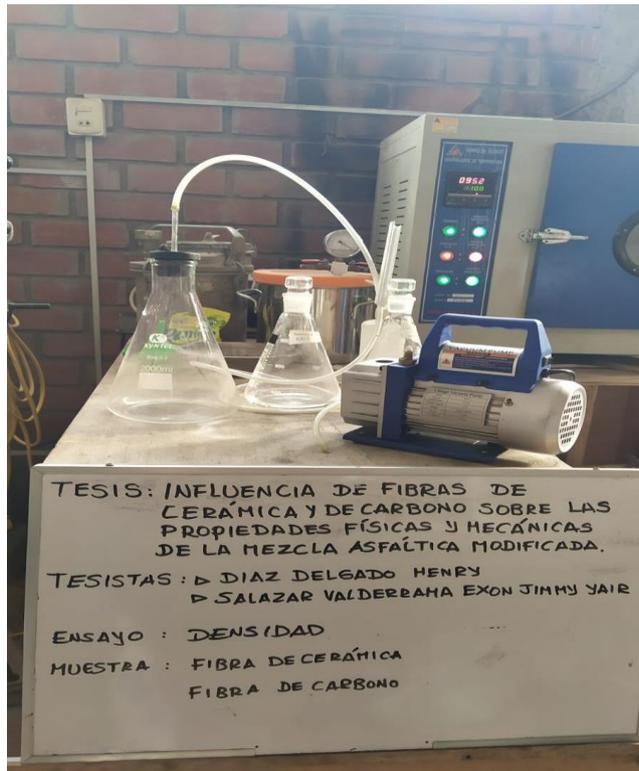
Fibra de carbono



Peso de fibra de carbono



Ensayo de densidad de las fibras de cerámica y de carbono



Ensayo de resistencia a la tracción de las fibras de cerámica y de carbono



Baño maría

