



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Fibro cemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla
asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060 - 3+860
Talavera 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Amao Eslachin, Victor Raul (orcid.org/0000-0003-0764-5939)

ASESOR:

Dr.Ing. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a: En primer lugar, a Dios que durante todo el proceso de realización de la tesis me ha dado salud y llenado el corazón de razones para seguir. A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, y por ser siempre mi fuente de inspiración. A mi esposa y amigos, por su constante ánimo y compañía a lo largo de este viaje. A mis docentes, por su guía y sabiduría, que han sido fundamentales para alcanzar este logro. A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta tesis, mi más sincero agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres por su amor y apoyo incondicional, a mis amigos por su ánimo constante, y a mis profesores por su guía y sabiduría. Su contribución ha sido esencial para la realización de esta tesis. Gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Índice de abreviaturas	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIONES.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	69
VII. RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	74
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterio de diseño de mezclas Marshall.....	15
Tabla 2. Población propuesta para la experimentación.	21
Tabla 3. Escala de medición tipo Likert.....	24
Tabla 4. Escala de rangos, alfa de Cronbach.....	25
Tabla 5: Ensayo mecánicos y físicos de los agregados para la mezcla asfáltica.....	25
Tabla 6: Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso (MTC E-206- 2000).....	31
Tabla 7: Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado Fino (MTC E-206- 2000).....	32
Tabla 8: Análisis Granulométrico del agregado grueso.....	33
Tabla 9: Análisis Granulométrico del agregado fino.....	34
Tabla 10: Combinación teórica de los agregados según ASTM: D3515.....	35
Tabla 11: Ensayo de Equivalente de arena.....	36
Tabla 12: Ensayo de Limite liquido del agregado fino.....	37
Tabla 13: Ensayo de Gravedad específica de la mezcla asfáltica, absorción y asfalto efectivo.....	39
Tabla 14: Composición química expresado como óxidos.....	40
Tabla 15: Composición química expresado como óxidos.....	42
Tabla 16: Composición química expresado como elementos.....	42
Tabla 17: Diseño de mezcla asfáltica para % de cemento asfáltico optimo.....	44
Tabla 18: Índice de compactibilidad (Norma ASTM D1559/ AASHTO T 245).....	48
Tabla 19: Resultados del ensayo de Marshall con adición de fibrocemento y ceniza de tara.....	49
Tabla 20: Ensayo de TSR para el daño producido por la húmeda, Lotman.....	53
Tabla 21: Análisis descriptivo de las variables físicas y mecánicas hacia la dosificación porcentual.....	57
Tabla 22: Análisis de normalidad de las variables mecánicas hacia la dosificación porcentual.....	58
Tabla 23: Análisis de variabilidad sobre el flujo en base al porcentaje fibrocemento y ceniza de tara.....	59
Tabla 24: Análisis de variabilidad sobre el flujo en base al porcentaje fibrocemento y ceniza de tara.....	62

Tabla 25: Análisis de variabilidad sobre el TSR en base al porcentaje fibrocemento y ceniza de tara	64
Tabla 26. Matriz de consistencia	78
Tabla 27. Matriz de operacionalización de variables.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Bache con área de 66cm x 66cm y profundidad de 8mm en la av. Confraternidad km 1+060.....	1
<i>Figura 2.</i> Desprendimiento de la capa de rodadura y presencia de humedad en la av. Confraternidad km 0.750.....	2
<i>Figura 3.</i> Parámetro de diseño volumétrico y vacíos de una mezcla asfáltica	16
<i>Figura 4:</i> Flujograma	28
<i>Figura 5:</i> Curva Granulométrica del agregado grueso.....	33
<i>Figura 6:</i> Curva granulométrica del agregado fino	35
<i>Figura 7:</i> Curva granulemtrica de combinacion teorica.....	36
<i>Figura 8:</i> Figura de gravedad especifica vs cemento asfaltico.....	39
<i>Figura 9:</i> Composición química de la ceniza de tara	41
<i>Figura 10:</i> Composición química del fibrocemento expresado en óxidos	42
<i>Figura 11:</i> Composición química del fibrocemento expresado en elementos.....	43
<i>Figura 12:</i> Gráficos Marshall de mezcla convencional sin modificadores.....	45
<i>Figura 13:</i> Grafica de resultados de estabilidad Marshall y % de fibrocemento + Ceniza de tara.	50
<i>Figura 14:</i> Grafica de resultados de Flujo Marshall y % de fibrocemento + Ceniza de tara	51
<i>Figura 15:</i> Grafica de resultados de estabilidad Marshall y % de fibrocemento + Ceniza de tara.....	51
<i>Figura 16:</i> Curva de Numero de golpes y % de vacíos (MTC E 504).	52
<i>Figura 17:</i> Relación de % de vacíos saturado de briqueta respecto al % de F + CT, mezcla modificada.....	54
<i>Figura 18:</i> Relación de % de vacíos de briqueta seca con % de F + CT, mezcla modificada.....	55
<i>Figura 19:</i> Relación de la resistencia de briqueta seca con % de F + CT, mezcla	

<i>modificada</i>	56
<i>Figura 20: Relación de la Tracción indirecta (TSR) de briqueta con % de F + CT, mezcla modificada</i>	56
<i>Figura 21: Figuras de medias</i>	61

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

(AAL). <i>Agente Antidecapante Liquido</i>
(CT). <i>Ceniza de Tara</i>
(F). <i>Fibro cemento</i>
(FB). <i>Fibras de bambu</i>
(FP). <i>Fibras de Polipropileno</i>
(HC). <i>Cal hidratada</i>
(HMA). <i>Mezcla Asfáltica en Caliente</i>
(Va). <i>% de vacios</i>
(VFA). <i>% de Vacios rellenos de asfalto</i>
(VMA). <i>% de Vacios de Agregado Mineral</i>
C.A. <i>Cemento Asfáltico</i>
HSD. <i>Diferencia Honestamente Significativa</i>
IP. <i>Indice de Plasticidad</i>
LL. <i>Limite Liquido</i>
LP. <i>Limite Plastico</i>
N.P. <i>No plastica</i>
TSR. <i>Resistencia a la Traccion Indirecta</i>

RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene como principal objetivo determinar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara utilizado como un relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente, basándose específicamente en el desempeño mecánico, con la finalidad de promover nuevos modificadores que puedan combatir la humedad y energías de carga en los asfaltos en zonas altas con temperaturas que oscilan desde el menos 5 grado hasta 18 grados Celsius.

Los resultados conseguidos demuestran un desempeño favorable en el aspecto mecánico de la mezcla asfáltica en caliente al agregar el fibrocemento y la ceniza de tara. Se aplicaron dosificaciones de 1.0%, 1.5%, y 2.5%, donde los resultados de TSR, fluencia, estabilidad solo demuestra convenientes resultados cuando solo se agregan los porcentajes de 1.0% y 1.5%, y los valores son 81.2% y 79.6% respecto al TSR, y 3.26 mm, 3.08 mm en el flujo; 1271.9 kg, 1198.0 kg en la estabilidad.

Se concluyo que estos nuevos modificadores al relacionarlo con el asfalto puedan ser relevantes cuando se adicionan en cantidad mínimas al 2.5%, ya que a partir de esta dosificación los resultados de los ensayos mecánicos comienzan a decaer repentinamente.

Palabras Clave: TSR, Fluencia, Fibrocemento, Mezclas asfálticas en caliente, Desempeño Mecánico.

ABSTRACT

The main objective of this research study is to determine the influence of fiber cement and tare ash used as a mineral filler in hot asphalt mix, based specifically on mechanical performance, in order to promote new modifiers that can combat moisture and charge energies in asphalts in high areas with temperatures ranging from minus 5 degrees Celsius to 18 degrees Celsius.

The results achieved demonstrate a favorable performance in the mechanical aspect of hot asphalt mix when adding fiber cement and tare ash. Dosages of 1.0%, 1.5%, and 2.5% were applied, where the results of TSR, creep, stability only show convenient results when only the percentages of 1.0% and 1.5% are added, and the values are 81.2% and 79.6% with respect to the TSR, and 3.26 mm, 3.08 mm in the flow; 1271.9 kg, 1198.0 kg in stability.

It was concluded that these new modifiers, when related to asphalt, may be relevant when they are added in minimum amounts of 2.5%, since from this dosage the results of the mechanical tests begin to decay suddenly.

Keywords: TSR, Fluence, Fiber Cement, Hot asphalt mixtures, Mechanical performance.

I. INTRODUCCIÓN

El actual estudio experimental se realizará en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, exactamente en el km 1+060 – 3+860 de la avenida Confraternidad, donde se presenta un dilema en la carpeta de rodadura que diariamente se ve afectada por la carga generada por los vehículos pesados, sumado a ello, las precipitaciones durante todo el año lo que ha generado fallas en el pavimento flexible, así como la carencia de resistencia en las propiedades mecánicas conocidas como flujo, estabilidad y la susceptibilidad a la humedad. Cabe decir que estas fallas se dan con la presencia de humedad, ya que a través de las fisuras o agrietamientos provocadas por la carga de los vehículos de alto tonelaje que ingresa el agua al pavimento, provocando un aumento de vacíos de aire en el asfalto lo que conlleva al debilitamiento de la fuerza de unión entre el agregado y el ligante asfáltico, este efecto se conoce como baches, asentamiento e incluso el desprendimiento total de la carpeta asfáltica. A sí mismo el distrito de Talavera está ubicado en una altitud de 2,830 m.s.n.m, estando expuestas a constantes cambios de temperatura. Según **Senamhi, (2023)** en el último reporte en la estación de Andahuaylas indica que la temperatura media anual con un valor de 14 °C, de la cual el valor mínimo de temperatura se registra en el mes de julio con un 2.4°C y en el caso de la precipitación en años anteriores fue de 2793.4 mm, demostrando una humedad media anual de 92%.

Figura 1. Bache con área de 66cm x 66cm y profundidad de 8mm en la av. Confraternidad km 1+060



Fuente: Propia

Figura 2. Desprendimiento de la capa de rodadura y presencia de humedad en la av. Confraternidad km 0.750



Fuente: Propia

Con relación a lo anterior en Nigeria, en la ciudad de Akure; la mezcla bituminosa se aplica especialmente en carreteras y pista de aeropuertos esto debido a que la carpeta asfáltica se somete a cargas, la presión dinámica de los vehículos en el asfalto ha producido la carencia de no poseer la característica de no soportar los esfuerzos a tracción, conllevándolo a producir grietas en el pavimento flexible. La mezcla asfáltica debe poseer el porcentaje correcto de betún para estar seguro de una buena resistencia a la deformación por corte cuando se expone a una temperatura muy alta, los vacíos en la mezcla deben estar suficientemente compactada para hacer posible una mayor compactación por el tráfico y así también mejorar la resistencia a la deformación plástica **(Oyedepo et al. 2021, p. 310)**.

En Costa Rica, en la ciudad de San Pedro; el principal problema que enfrenta el asfalto es el deterioro causado por la humedad, ya que llueve continuamente durante 6 meses al año, lo que lo convierte en un zona tropical, y con respecto a ello en el transcurso de los años la implementación de pruebas para determinar la sensibilidad del asfalto ante la humedad ha sido la parte con más importancia a intervenir; ya que a esta deficiencia se le atribuye el origen de las fallas prematuras de las mezclas asfálticas, así mismo la causa de perder la característica de liga adhesiva entre el asfalto y los agregados **(Kikut et al. 2020, p. 13)**.

En la ciudad de Irbid, Jordania los problemas climáticos han provocado una humedad que reduce la durabilidad del pavimento, provocando que el asfalto se debilite y destruyendo las uniones que existen entre el asfalto y el árido. Además, los pavimentos bituminosos estas sometidos a fuertes cargas de tráfico durante toda su vida útil, es por ello por lo que la humedad es la causa del debilitamiento del asfalto lo que estimula una pérdida de cohesión conllevando a la separación del asfalto y agregados y también el desprendimiento de la carpeta asfáltica **(Haddad y Khedaymi 2023, p. 141)**.

En la ciudad de Kwara, Nigeria los ingenieros y especialistas en carreteras realizaron investigaciones con un motivo relevante que es amplificar la vida útil y la durabilidad del asfalto, lo cual se admite que aplicar una técnica conocida que es combinar agregados con aglutinante asfáltico y aplicar presión y calor sobre la mezcla, ya no hace efecto en la durabilidad del pavimento, de esta forma el relleno mineral cumple un papel importante en la elaboración de la mezcla caliente asfáltica ampliando el servicio de uso de la carpeta de rodadura **(Aladegboye et al. 2022)**.

A nivel nacional en Lima; debido al aumento de la población, el volumen de tránsito y el peso de los vehículos, las vías han sufrido un deterioro considerable, afectando al pavimento con la baja resistencia de sus propiedades mecánicas, así como; la firmeza, el flujo, la capacidad resistente contra el daño por humedad y el ahuellamiento constante, en consecuencia a ello modificar el diseño de la mezcla bituminosa con ceniza orgánica como la de caña maíz a echo que un 0.5 % de este, incrementa la resistencia a la humedad, ya que posee cualidades de endurecerse al estar en contacto con el agua **(Adauto. 2019, p. 8)**.

En la provincia de Callao, debido al alto porcentaje de vehículos pesados que ingresan al puerto marítimo y el efecto climático; el pavimento ha presentado agrietamientos conocido como fatiga, envejecimiento prematuro y el asentamiento del asfalto así también como el daño producido por la humedad. Sin embargo, las obras de vía pavimento flexible han estado en constantes inconvenientes de reparación y que estas vías de circulación han sufrido considerables perdidas de durabilidad y efectividad, provocando un engorro en los usuarios, por consecuente la conservación de las calzadas evita el tránsito de los vehículos **(Peña. 2019, p. 9)**

En la ciudad de Puno, los cambios de temperatura, las fuertes precipitaciones pluviales y las cargas que circulan constantemente afectan al pavimento desgastando el agregado fino y formándose baches que previamente esto es propenso a causar accidentes viales, las oscilaciones de temperatura en esta ciudad a echo que modificar una mezcla asfáltica con una ceniza proveniente de árbol de eucalipto puede ser una solución innovadora para mejorar las características del asfalto, siendo así que utilizarlo como relleno mineral en un 2% técnicamente mejora con respecto al desempeño de las mezclas asfálticas en caliente (**Pomari. 2022, p. 2**).

Es por lo que se eligió investigar el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023, de tal modo se plantea como **Problema General**: ¿Cuál es la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023? **Problema Específico 1**: ¿Como influye el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023? **Problema Específico 2**: ¿De qué manera influye el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023? **Problema Específico 3**: ¿Cómo influye el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023?

La justificación de la investigación en el **ámbito práctico** es la aplicación de una nueva alternativa de diseño de mezcla asfáltica utilizando el fibrocemento y la ceniza de tara como relleno mineral. Una parte importante en la dosificación de la mezcla asfáltica es de los agregados y el ligante asfáltico que es de gran necesidad ampliar el servicio de utilidad del pavimento flexible, y así conocer sus propiedades y desempeño mecánico, tomando siempre en consideración los principios básicos de diseño de infraestructura vial y diseño de mezcla asfáltica. La **justificación social** es el beneficiar a la población con una carretera que extienda su vida útil y para que no prevalezca daños a futuro con los cambios climáticos. Además, se conoce que la avenida Confraternidad es la vía principal que la población usa a diario, la cual las

patologías de la carretera afecta la circulación y viabilidad de las personas que usan a diario, por ello esta investigación ayudará a que el asfalto mantenga su homogeneidad en todo su trayecto y que los vehículos transiten fluidamente sin perjudicar al usuario la llegada a sus centros laborales. Como **justificación económica**, es beneficiar a la población del distrito de Talavera que transitan en la av. Confraternidad con una reducción de costo cuando reparan sus vehículos, por otro lado, la municipalidad de talavera tendrá la opción de incluir estos aditivos orgánicos e inorgánicos que aportaran a reducir el costo de materiales, costo de maquinarias y otros, que en el futuro se observará un crecimiento económico y la población será autosostenible.

Así mismo, se expone el **Objetivo General**: Determinar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023, Y como **Objetivos Específico 1**: Analizar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023. **Objetivos Específicos 2**: Determinar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023. **Objetivo Específico 3**: Evaluar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023.

En las hipótesis se considera como: **Hipótesis General**: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023 **Hipótesis Específico 1**: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023 **Hipótesis Específico 2**: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral Influye significativamente en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023 **Hipótesis Específico 3**: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral Influye significativamente en la

propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

II. MARCO TEÓRICO

En este proyecto investigativo se están considerando estudios anteriores internacionales y nacionales, en donde los investigadores utilizaron modificadores en el diseño de la mezcla asfáltica así como; la cal, arcillas, fibras y cenizas de productos orgánicos e inorgánicos, esto debido a que nuestra variable independiente como el fibrocemento, en su proceso de fabricación aplican componentes similares, por otro lado, la ceniza de tara tendrá referencias a investigaciones que hayan empleado cenizas de productos orgánicos.

En el ámbito internacional, en la ciudad de Trabzon, Turquía; **Sengul et al. (2022)** en su artículo científico denominado *“El efecto de las formas y proporciones de mezcla de cal hidratada sobre el rendimiento de pavimentos de asfalto”* el objetivo fue analizar el daño causado por el agua y su resistencia durante ensayos de tracción indirecta en pavimentos asfálticos con adición de cal hidratada (HC). Entre otras cosas, el método fue experimental. Luego se agregó cal hidratada al cemento asfáltico como relleno mineral en proporciones de 10%, 20% y 30%, y se agito usando una mezcladora de alto cizallamiento a una temperatura de 160°C y una velocidad de 5000 rpm durante 30 minutos. Para diseñar la mezcla asfáltica utilizaron el método Marshall y el método Lottman (AASHTO T283). Concluyó que para la resistencia a tracción directa es más adecuado el uso de pequeñas cantidades de cal hidratada como relleno mineral ya que su resistencia aumentó entre un 6 y un 37%. Por otro lado, en cuanto a los daños por humedad, mencionaron que añadiendo una baja proporción de cal hidratada incrementa la resistencia en un 15% respecto a cuando se utiliza cemento asfáltico solo. Recomiendan que, si el tipo de tráfico es bajo, es mejor aumentar la proporción de cal hidratada a partir del 6%.

En la ciudad de Karbala, Irak; **Asim et al. (2022)** en su artículo de investigación con título *“Using nanoclay hydrophilic bentonite as a filler to enhance the mechanical properties of asphalt”* consideran como **objetivo** investigar el desempeño de la bentonita hidrófila de nanoarcilla para mejorar características mecánicas y la vida útil del asfalto. Por lo que utilizaron la nanoarcilla en proporciones de 20%, 40%, 60%, 80 y 100% como reemplazo del relleno mineral en la mezcla de hormigón asfáltico. El estudio fue de tipo experimental. Y para conocer sus propiedades mecánicas realizaron los siguientes ensayos; la estabilidad Marshall, flujo Marshall, gravedad

específica máxima teórica y porcentajes de vacíos. Al finalizar la experimentación dieron resultados de que, al aumentar progresivamente los porcentajes de nanoarcilla, las propiedades mecánicas mejoran la mezcla asfáltica. Además, concluyeron que al reemplazar el 60% de nanoarcilla su estabilidad Marshall aumentó en un 194% en comparación de la mezcla tradicional; la capacidad de flujo disminuyó un 25%. Finalmente, al sustituir un 100% de nanoarcilla en la mezcla asfáltica el porcentaje de aire disminuyó en un 3.29% y es la más baja a comparación de las otras muestras que contienen menores porcentajes (p. 303).

En la ciudad de Cartago, Costa Rica **Jimenes (2021, p. 51)** en su artículo titulado "*Mechanical performance analysis of an asphalt mixture modified with bamboo fibres*" indica que utilizó el bambú en forma de fibras (FB) de la especie *gradua angustifolia* con el objetivo de evaluar el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica con la metodología SUPERPAVE, de la cual agregó FB en porcentajes de (0.5%, 1% y 2%), resultando que la fibra cambió considerablemente la densidad de la mezcla y también los porcentajes de vacíos; por otro lado en la prueba de TSR, la mezcla con la fibra de bambú indicó un valor de 88.5 por ciento a diferencia de 83.6% de la mezcla inicial, además la (FB) perdió resistencia a la deformación permanente, ya que al estar sumergida durante 6 hr a 50 °C disminuyó su cohesividad. Concluye que la fibra provocó cambios en el VFA, VTM y VMA incumpliendo con los estándares paramétricos de volumetría de la norma AASHTO M 323-17, mejoró en la resistencia del esfuerzo a tracción diametral, en la fatiga y al daño por humedad, recomendando que se debe usar los porcentajes de 3%- 4% con longitudes de 6 más menos 2 mm.

En la ciudad de Bartin, Turquía **Cetin. (2021, p. 128)** en su artículo denominado "*The effect of filler additives on moisture damage in stone mastic asphalt (SMA) mixtures*" mencionan que la humedad debilita la unión cohesiva en el betún, y que también disminuye la rigidez de la mezcla asfáltica, viéndose así el nacimiento de surcos y agrietamientos del pavimento. En su investigación considero como propósito estudiar los efectos de los aditivos de relleno sobre el daño por humedad de la mezcla bituminosa de masilla de piedra, de la cual utilizó las cenizas volantes de tipo C, tipo F y la cal hidratada como aditivos de relleno; se agregaron en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 2.0% y 4% en relación con el peso total de la muestra. Usaron el método seco

y húmedo, y realizaron las muestras con las especificaciones técnicas de carreteras turcas. Para favorecer la mezcla agregaron un agente anti decapante líquido (AAL), este agente contribuyó en la resistencia cohesiva entre el betún y el agregado, y para disminuir el daño por humedad. Al realizar la mezcla; primero se calentó el betún a 150°C, luego se agregó el aditivo, y después se mezcló por 20 minutos con los demás agregados. Utilizaron la prueba Lottman modificada para determinar su capacidad resistente a la susceptibilidad térmica de las mezclas bituminosas. Entonces concluyeron que la resistencia TSR de las muestras con 1.0%, 2.0% y 4% de cenizas volantes (clase c) elaboradas sin el AAL fueron mejores que las muestras control. Por otro lado, las muestras de 1.0% y 2.0% con AAL fueron más bajas; sin embargo, la muestra que contenía el 4.0% de ceniza volante (clase F) superó el valor límite de la resistencia al esfuerzo de tracción indirecta. Además, la ceniza (clase F) sin el agente anti decapante líquido, los valores que se obtuvo en el ensayo de compresión diametral se halló que entre el 3% y 4% se encontró el valor más alto que las otras muestras con el agente anti decapante líquido (ALL). Y finalizó que el valor óptimo de la cal en la mezcla asfáltica es en alrededor de 1.0% y 2.0%, y si se añade un 4.0% de cal húmedo las partículas se aglomeran, pierden cohesión y disminuye su resistencia.

En la ciudad de Telangana, India, **Neduri et al. (2020, p. 775)** en su artículo titulado *“Strenght evaluation of glass powder impregnated asphalt mix”* encaminó su estudio con el objetivo de aumentar la resistencia y la flexibilidad del asfalto, utilizando polvo de vidrio como relleno en una mezcla asfáltica, que para realizar la experimentación añadió el polvo de vidrio en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20% con respecto al peso del bitumen, donde este aditivo lo obtuvo del desecho de vidrio en polvo convirtiendo en un tamaño de hasta 600 µm (micrómetros) que es el tamaño normal de un relleno mineral y lo usó para cubrir los huecos de la mezcla bituminosa, además en la experimentación empleó el ensayo de estabilidad Marshall, obteniendo resultados, de que el vidrio en forma de polvo ha demostrado un valor óptimo del 15% siendo de esta manera que la estabilidad aumentó a 1218 kg, en el valor del flujo disminuyó a 2.5 mm en comparación de los valores estándares de estabilidad y flujo que son 900 kg en la estabilidad y de 2 a 4 mm en el flujo Marshall.

A nivel nacional en Lima; **Cañari. (2019, p. 14)** en su estudio de tesis de maestro denominado “*Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibras de polipropileno*” considero el propósito de conocer la influencia de las fibras de polipropileno (FP) en el desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente, de acuerdo a este motivo, estimó usar porcentajes relativos al peso del agregado en (0,2%, 0,4%, 0,6%), al realizar los ensayos, determinó que agregar 0,2% de fibra afectó significativamente en la resistencia a la deformación con un valor de 22% en relación a la prueba de estabilidad, en el ensayo de TSR aumentó en un 41,3%, también la resistencia al desgaste disminuyó en menos 5,28% y la capacidad de resistencia a la deformación aumentó en un 56,06 por ciento, concluyendo de esta manera que al añadir la proporción de 0,2 por ciento de FP promovió cambios significativos en propiedades mecánicas del asfalto.

Por otro lado, en la ciudad de Lima **De la cruz. (2019, p. 89)** en su tesis de maestría titulada “*Estabilización de mezclas asfálticas Stone Mastic Asphalt utilizando fibras de basalto como sustituto de las fibras celulósicas*” como finalidad del estudio fue usar las fibras de basalto para estabilizar el pavimento flexible y esta fue empleada reemplazando a la fibra celulosa, que para realizar la experimentación empleó la fibra en volúmenes de (0,3%, 0,4%, 0,5%), todo ello con respecto al peso de la mezcla, de la cual utilizó el método cuantitativo con orientación aplicada y de esta forma las muestras fueron evaluadas con la prueba de escurrimiento del aglomerante asfáltico y TSR. En los resultados obtuvo que la fibra de basalto incrementó los espacios vacíos en el árido mineral (VMA) en un 18.20%, huecos en el árido compactado de la mezcla (VCAmix) en 33.30% a diferencia de VMA con 17.15% y VCAmix con 32.50% con la fibra celulosa, en relación con (TSR); con la fibra de basalto el valor fue de 81.90% frente a un 80.70% con la fibra de celulosa y con respecto al escurrimiento asfáltico obtuvo que con la fibra de basalto disminuye a un 0.10% frente a un 0.22%.

En Lima **Mariano, (2021, p. 128)** en su tesis de maestría titulado “*Mezclas asfálticas SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico*” optó por diseñar una mezcla asfáltica con el objetivo de brindar mejoras en el desempeño mecánico del asfalto, este estudio consiste en reemplazar el 100% de fibra y ceniza por el filler compuesto por fibra de celulosa y cal hidratada, por lo antes

mencionado esta investigación se inclina a ser de enfoque cuantitativo, diseño experimental. Al realizar los ensayos resultó que el escurrimiento de la mezcla asfáltica es ligeramente menor cuando se agrega estos dos modificantes, el valor de (TSR) fue bajo en un 30.38%, la rigidez que soporta la mezcla también fue menor en un 17.25%, con respecto al módulo de resiliencia de la mezcla asfáltica modificada fue de 42.15%, entonces concluyo que usar este aditivo de tipo ceniza y fibra, si puede reemplazar al fibra celulosa más no a la cal hidratada ya que no tiene la capacidad de reducir la susceptibilidad al daño por humedad, así mismo la mezcla modificada con estos aditivos nuevos no puede mejorar la elasticidad del asfalto.

A sí mismo, en Lima, **Adauto, (2022, p. 12)** en su tesis de maestría titulada *“Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz”* tuvo por propósito mejorar las características mecánicas de una mezcla bituminosa del tipo caliente con la adición del cenicillo de la caña de maíz, para la experimentación en el laboratorio fabrico especímenes de mezclas asfálticas con proporciones de (0.2%, 0.5%,1.0%, 2.0%, 3.0% y 4.0%) donde se ensayó su comportamiento con los ensayos de Marshall y TSR para el daño ocasionado por la humedad, siendo de esta manera la metodología experimental – descriptivo. Los resultados de la experimentación dieron como respuesta que el 1.0% de la ceniza mejora las propiedades mecánicas, así como el flujo – estabilidad, y cuando se añade el 0.6% de la ceniza incrementa el valor de TSR en hasta un 6.0%, concluyendo de que la ceniza posee propiedades puzolánicas.

Por otro lado, **Santa Cruz, (2023, p. 11)** en su investigación denominado *“Desempeño mecánico de mezclas asfálticas en caliente utilizando fibras de aramida y poliolefina”* Sostiene que actualmente existen diversas alternativas que se emplean en las mezclas asfálticas que garantizan su correcto desempeño durante el uso y vida útil, cumpliendo así con su periodo de diseño y en función de su calidad en cuanto a clima, material y tipo de tránsito. Es por esto que su objetivo fue estudiar el desempeño de los pavimentos asfálticos con la adición de poliolefinas y fibras de aramida a la mezcla asfáltica para evaluar si realmente mejoran sus propiedades. La metodología del estudio fue deductiva, utilizando métodos cuantitativos y diseño experimental, y fue del tipo descripción interpretativa. En las pruebas añadió 4%, 5% y 6% de fibras, siendo así los resultados de la prueba de módulo dinámico que nos

dicen que no existió cambios, razón por la cual las fibras de aramida y poliolefina no brindan propiedades elásticas, además en la prueba de deformación permanente tampoco se observa deformación bajo condiciones críticas de humedad, ni la separación entre áridos y asfalto. La prueba de Lottman demostró que las mezclas convencionales tenían valores más altos de resistencia a la tracción indirecta (ITS), pero con la adición de fibra, esta disminuyó entre un 94% y un 98%, pero las propiedades de la mezcla mejoraron con respecto a la resistencia tracción indirecta, ya que arrojó un valor de 4,4%.

Bases Teorías

Las mezclas bituminosas se componen aproximadamente del 90.0 por ciento de áridos rocosos (finos y gruesos), un 5.0 por ciento de relleno (masilla) y otro 5.0 por ciento de pegante bituminoso. Los elementos pétreos mencionados anteriormente son esenciales para el buen funcionamiento de una pavimentación, por otro lado, la mezcla es crítica, y los defectos de calidad en cualquiera de los componentes afectarán al conjunto, también los aglomerantes asfálticos y las cargas minerales son los factores que tienen mayor impacto en la calidad de las mezclas asfálticas y su costo total. La Hot Mix Asphalt (HMA) es la unión de agregados asfálticos más común y es definida por una mezcla homogénea de aglutinantes de hidrocarburos, conjuntamente el polvo del tipo mineral y sustancias finales (aditivos), de modo que, al estar en conjunto las partículas queden uniformemente cubiertas y se observe una película simultáneamente homogénea (Padilla. 2004, p. 45).

La forma en que el pavimento demuestra un mejor rendimiento es a través de las propiedades mecánicas de la mezcla pétreo asfáltica, donde los aspectos relacionados a la capacidad de soporte están relacionados bajo su comportamiento frente a las cargas y deformaciones ondulares. Estas propiedades son esenciales para evaluar las acciones de resistencia ante las tensiones y deformaciones en que se someterá cuando está en condiciones de servicio y sometida al cambio de clima (Padilla. 2004, p. 45).

El flujo se refiere a la condición de soporte de una mezcla asfáltica, este es conocido como el asentamiento gradual y la fácil deformación, pero sin llegar al extremo de agrietarse, ese fenómeno se presenta cuando los vehículos intuyen una fuerza de gravedad (peso) hacia el pavimento (**Veropalumbo, Viscione y Formisano, 2018**).

La estabilidad se conoce como la capacidad de resistir la deformación provocada por las cargas de los vehículos, la cual se evidencia cuando la superficie de la carretera es inestable y presenta signos de baches, ondulaciones, etc. (Fonseca y Riay. 2023), por otro lado, la estabilidad Marshall también es familiarizada con la resistencia al impacto y al surco de la mezcla bituminosa **(Calva y Muñoz, 2022)**.

Por último, la rigidez del pavimento ante el daño que produce la humedad, se le define por resistir el desmoronamiento de la mezcla cuando se infiltra agua dentro de la misma, esto tiene relación con los vacíos de aire permitidos en la mezcla asfáltica en el interior del pavimento, además el daño por humedad está relacionada con la química del relleno (agregado mineral) y el porcentaje de poros dentro de la mezcla compactada, sumado el asfalto en proceso de oxidación, su fuerza adhesiva y las propiedades del pavimento en drenaje **(Fonseca Y Riay. 2023)**.

De igual manera se define que el fibrocemento es un elemento que usa en la rama de la construcción; que se constituye por ser la combinación de cemento o aglutinantes de silicato de calcio producido por la reacción química de materiales que contienen sílice con materiales ricos en cal, con fibras orgánicas, minerales y/o materiales inorgánicos, destinado a la construcción de viviendas, divisiones de habitaciones, tejados, etc., cuyas tipologías se definen en las líneas siguientes **(Navarro, 2020)**.

El superboard fachadas, este material se usa por su gran impacto para la elaboración de fachadas con mayor rapidez constructiva, de poco peso y una forma de mantener la limpieza en la obra, este material tiene espesores de 10 mm y 12 mm con borde rectos y su peso específico de 14.10 kg/m² y 17.17 kg/m² respectivamente, por otro lado, el superboard entrepisos; se utiliza especialmente para entrepisos, para la colocación de estas placas las viguetas deben estar como máximo a cada 61 cm, pero siempre de acuerdo con un diseño estructural y sus distintos espesores de 15 mm y 17 mm con borde rectos. Su peso específico es de 20.16 kg/m² y 24.29 kg/m² respectivamente. Por último, el superboard juntas Invisibles; las características de esta placa son de 3 espesores; 8-10-12 mm sus pesos específicos respectivamente 11.9 kg/m², 14.10 kg/m², 17.17 kg/m². Con respecto a sus dimensiones todas estas placas de fibrocemento tienen 2.44 m de longitud y 1.22 m de ancho, estas son

fabricadas con la NTP ISO 8336-2017, y son resistentes a la humedad, al impacto e inmunes al hongo **Gyplac, (2011)**.

Además, existen placas de yeso para la edificación de habitaciones y se conocen por obtener las características de ser empleada en zonas con altos cambios de temperatura, este es el caso de la placa de yeso RH; esta placa se compone por un núcleo de roca de yeso hidratado y aditivos, las caras están revestidas con papel que contiene celulosa virgen y papel reciclado. Además, es resistente a la humedad y se utiliza para paredes interiores y revestimientos de paredes en zonas húmedas. En sí es una placa de yeso por radiofrecuencia, este tipo de placa se define como placa ignífuga y se utiliza para paredes interiores, se recomienda exponerse a temperaturas no superiores a 50°C. Este material de construcción es confiable ya que se fabrica según los más estrictos estándares de calidad internacionales. Cumple por tanto con las especificaciones de placas de yeso descritas en la Norma Técnica Peruana 334.185-2015 (**Gyplac, 2011**).

Se define la planta de tara cuyo nombre científico se le conoce como (Caesalpinia spinosa), este árbol se caracteriza por su pequeño tamaño pudiendo alcanzar una altura de 4m a 12m en condiciones favorables donde su copa es irregular y las flores en forma de racimos, los frutos son vainas planas que cambian de color: verde cuando están verdes, rojo oscuro cuando están maduras. Las vainas son ligeramente aplanadas y marrón oscuro cuando están maduras, esta se distribuye casi en toda la costa desde Piura hasta Tacna, así como en algunas zonas de la sierra; asimismo, la tara crece en estado natural en altitudes entre 500 y 3,200 metros sobre el nivel del mar, en plantaciones con aguas y condiciones controladas, que se pueden encontrar en altitudes de hasta 50 m sobre el nivel del mar y están más desarrollados en zonas con lluvias moderadas y temperaturas entre 12 y 24°C (**De la torre. 2018**).

Se utiliza para curtir cuero, impermeabilizar vasijas de barro y fabricar tintes textiles. También tiene usos alimentarios, madereros, combustibles y medicinales, este último uso se debe a las propiedades de sus vainas. Las vainas secas se utilizan para extraer taninos y sus semillas se utilizan como aditivos alimentarios (**De la torre, 2018**).

Por otro lado, el método Marshall manipula una muestra estandarizada con un peralte de 6.4 cm (2 ½ pulgadas) y un diámetro de 10.2 cm (4 pulgadas) en la que se

utilizan procedimientos específicos para compactar, calentar y mezclar la mezcla de agregado asfáltico, además los principales aspectos del enfoque de diseño son el análisis de la densidad, el de vacíos, así como las pruebas flujo y estabilidad de muestras compactadas. La estabilidad de la muestra de prueba es la resistencia máxima en N (lb) desarrollada cuando se despliega a 60 grados Celsius. El valor del flujo es la deformación total (1/100") de la muestra que ocurre durante la prueba de estabilidad desde la descarga hasta el punto de carga máxima de 0,25 mm (**Garnica, et al. 2004, p.15**),

Además, la clasificación de la cantidad ideal de betún es dependiente de diferentes criterios, como por ejemplo el punto inicial del diseño es la selección del contenido promedio de betún en porcentaje. Al determinar la cantidad optima, todos los cálculos y mediciones deberán ser con las propiedades mismas del cemento asfáltico, también el contenido de betún debe evaluarse comparándolas con los estándares de diseño de la mezcla. Si se cumplen todas las pautas, se puede obtener un diseño mezcla asfáltica preliminar; si no se llegasen a cumplir los criterios, se harán reajustes o será necesario volver a diseñar la mezcla, es importante tener en cuenta que el límite de vacíos de aire es del 4.0%. (**Garnica, et al., 2004, p.15**)

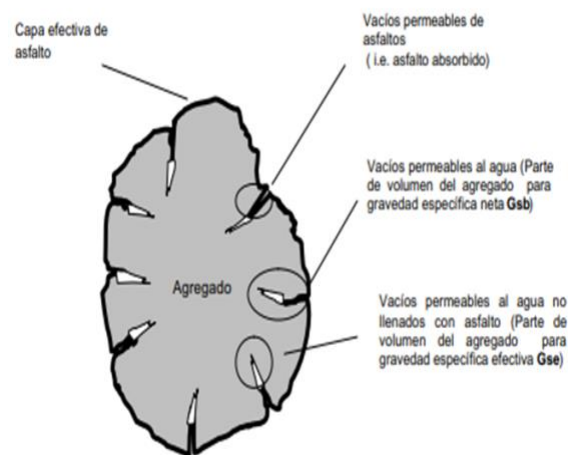
Tabla 1. *Criterio de diseño de mezclas Marshall*

Método Marshall	Traf. Activo		Traf. Moder		Traf. Fatigoso	
	Carpeta y base					
Criterio de mezcla	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Compactación, N° de golpes en ambas caras	35		50		75	
Estabilidad, (N)	3336	.....	5338	.....	8006	.....
(lb)	750	.....	1200	.....	1800	.....
Flujo, (0.25 mm)	8.00	18.00	8.00	16.00	8.00	14.00
% de vacíos (Va)	3.00 - 5.00					
% de vacíos en los agregados minerales (VMA)	0 – 100 %					
% de vacíos rellenos de asfalto (VFA)	70.00	80.00	65.00	78.00	65.00	75.00

Fuente: elaboración propia

Con respecto al parámetro volumen, es un factor que se debe considerar cuando se trata del comportamiento de la mezcla bituminosa, como también es la cantidad del volumen de betún asfáltico y componentes bituminosos del agregado; y esto se conoce como parámetros volumétricos, además se caracteriza porque cumple un rol importante en el proceso para realizar un diseño asfáltico, que por otro lado las relaciones que tienen las características volumétricas de la mezcla asfáltica compactada, se le conocen como; (Va), (VMA), (VFA) y optimo contenido de betún (Pbe). Estos caracteres se complementan porque están sujetas a proporcionar el rendimiento efectivo de la mezcla pétreo asfáltica (**Garnica et al. 2004, p. 15**).

Figura 3. Parámetro de diseño volumétrico y vacíos de una mezcla asfáltica



Prueba de Lotman (Ensayo de resistencia de mezclas asfálticas compactadas a los cambios de temperatura, saturación y congelación AASHTO T 283-03), es el método que se refiere a la preparación de muestras y la medición de cambios en la resistencia a la tracción diametral debido al efecto de la saturación de agua y el acondicionamiento acelerado del agua a través de ciclos de deshielo. Los resultados

disponibles sirven para la predicción de lo que ocurre en la susceptibilidad a la desunión dentro de un plazo extendido de las mezclas bituminosas y estimar los fluidos anti-stripping añadidos a mezclas asfálticas o sólidos en polvo como cal hidratada o cemento Portland en polvo (**Aashto T283-03, 2005**).

Por otro lado, el ensayo de Lotman está diseñado para evaluar los daños de la saturación en el agua y la aclimatación acelerado durante los ciclos de bajas temperaturas como congelación y el deshielo de mezclas asfálticas compactadas y para proporcionar indicadores numéricos del desempeño indirecto de las mezclas asfálticas. La tensión de retención se obtiene cuando se comparan las propiedades de los especímenes en el laboratorio en condiciones de congelación-descongelación y humedad con los especímenes que tengan las propiedades similares, pero en muestras secas (**MTC E 522, 2016**).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Una investigación de la calidad tipo aplicada se le conoce por enfocarse en formar conocimientos que vayan a tener una aplicación de manera directa a los problemas relacionados con la sociedad o de un sector productivo en específico. En si se basa fundamentalmente de los resultados técnicos conseguidos del estudio básico y se hace cargo del proceso de relación entre teorías y productos **(Hernández et al. 2014)**.

Por otro lado, el estudio aplicado, se conoce como investigación empírica o práctica y es caracterizado por relacionar la búsqueda, la aplicación o usar conocimientos adquiridos al mismo tiempo que se adquieren diferentes conocimientos a través de prácticas estructuradas o basadas en la investigación y de esta manera utilizar los conocimientos y resultados de la investigación para discernir la realidad de forma rigurosa, organizada y metódica **(Vargas, 2009)**.

La presente investigación será de tipo aplicada, se utilizará fundamentos conocidos como el método de diseño Marshall y Lotman modificado donde la finalidad será aplicar estas bases teóricas para, primero diseñar la mezcla asfáltica con el fibrocemento y la ceniza de tara para así ensayarlos y conocer las propiedades mecánicas, los resultados deben relacionarse con parámetros establecidos en las Normas correspondientes a los ensayos.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación experimental implica el control y manipulación de tratamientos, estímulos o intervenciones para estudiar cómo afectan a otras variables bajo condiciones controladas. Un diseño experimental establece una situación controlada donde se manipulan variables independientes con el fin de observar los efectos en variables dependientes. **(Hernández et al. 2014)**.

El estudio se llevará a cabo con un diseño experimental cuasiexperimental, en el cual se observará cómo la variable independiente (fibrocemento y ceniza de tara) influye

en la variable dependiente (mezcla asfáltica en caliente) a través de ensayos de laboratorio.

G. control (a): $X1 \rightarrow Y \rightarrow X2$

G. Experimental (a): $X3 \rightarrow Y'' \rightarrow X4$

Gc: Grupo patrón, sin modificaciones

Ge: Grupo experimental, con modificadores

X: Muestra

3.1.3. Nivel de investigación:

El nivel explicativo no se limita en solo describir las definiciones o acontecimientos de lo que se desea investigar, sino también que busca entender los motivos subyacentes de los eventos físicos y/o sociales. Por otro lado, busca esclarecer el ¿por qué? ocurren los problemas, identificando las condiciones o causas que los generan. Además, se comprende por relacionar dos o más variables de estudio (**Hernández et al. 2014**).

Dentro de este marco, el proyecto de investigación se centrará en un análisis explicativo. Después de realizar los ensayos en el laboratorio, se evaluarán los resultados para comprender las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, explicando los fenómenos observados y las posibles causas de los problemas detectados en el estudio. Además, se investigará la relación entre las variables involucradas. Se adoptará también un enfoque descriptivo para evaluar los efectos de los eventos experimentales.

3.1.4. Enfoque de investigación:

Los enfoques cuantitativos utilizan la selección de datos para la contrastación de las hipótesis, y identificar patrones de comportamiento y validar teorías basadas en análisis numéricos y estadísticos. La investigación cuantitativa busca comprender y prever el comportamiento estudiado, así como descubrir relaciones causales entre diversas variables. Esto implica que su principal objetivo radica en formular y validar hipótesis (**Hernández et al. 2014**).

El proyecto de investigación adoptará una metodología cuantitativa, enfocándose en la medición numérica de las variables implicadas. Los resultados obtenidos de las pruebas proporcionarán valores cuantitativos que permitirán analizar el efecto de las variables independientes sobre la variable dependiente, especialmente en cuanto a propiedades mecánicas como el flujo, la estabilidad y la resistencia al daño por humedad. Estos datos serán esenciales para comprobar las hipótesis formuladas previamente.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente 1: Fibrocemento (Cuantitativa)

- **Definición conceptual:** El fibrocemento es un material utilizado en todo tipo de estructuras, compuesto por un conglomerante como el cemento o el silicato cálcico, reforzado con fibras minerales orgánicas y/o fibras inorgánicas sintéticas como las fibras de vidrio.
- **Definición operacional:** Es un material de construcción que se caracterizara por su Gravedad específica, densidad y por su granulometría, que a dosificaciones (0%,1%, 1.5% y 2.5%) modificaran la mezcla asfáltica en caliente.

Variable independiente 2: Ceniza de Tara (Cuantitativa)

- **Definición conceptual:** La ceniza de tara es un producto natural que se obtiene a partir de la quema de la corteza y las vainas de los árboles de tara. También nos dice la tara (*Caesalpinia spinosa*) es conocida por su alto contenido de taninos, sustancias químicas que tienen diversas aplicaciones industriales y tradicionales (Biopat. 2017).
- **Definición operacional:** Es un producto orgánico que se caracterizara por su Gravedad específica, densidad y por su granulometría, que a dosificaciones de (0%,1%, 1.5% y 2.5%), modificaran la mezcla asfáltica en caliente.

Variable dependiente: La mezcla asfáltica en caliente

- **Definición conceptual:** La mezcla asfáltica en caliente se produce a altas temperaturas, alrededor de 150 °C, según la viscosidad del ligante. Los

agregados también se calientan para evitar que enfríen la mezcla al entrar en contacto con el ligante asfáltico. (Padilla. 2004, p. 45).

- **Definición operacional:** Se adicionará el fibrocemento y ceniza de tara en dosificaciones de (0%, 1%, 1.5% y 2.5%), para evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica que son; el flujo, la estabilidad y la resistencia la daño por humedad.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

La población de un estudio investigativo puede estar compuesta por un grupo de objetos o personas que sobre ello es lo que se desea investigar, en este contexto las características de una población para poder ser investigada o estudiada, es que pueda ser medible o cuantificada solo de esta manera es considerada población de estudio (**López. 2004**).

Como población de la presente investigación se considerará 51 briquetas de mezcla asfáltica, las cuales 18 briquetas serán muestras patrón para hallar el porcentaje óptimo del ligante asfáltico. Una vez obtenido el volumen óptimo del ligante asfáltico se prepara 6 especímenes más para el ensayo de Lotman. Luego de ello se realizarán 9 probetas cilíndricas de mezclas asfálticas con el ligante asfáltico óptimo obtenido, pero añadiendo el fibrocemento (F) y ceniza de tara (CT) con porcentaje de 1.0% con respecto al filler, después de ello se realizarán los ensayos de Marshall y Lotman. Finalmente se terminará fabricando 9 especímenes con 1.5% de F y CT y otros 9 con 2.5% de F y CT.

Tabla 2. Población propuesta para la experimentación.

Método	Propiedades				
	Mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente	Fibrocemento y ceniza de tara (%)			
		Patrón 0%	Modificado		
Ensayos			1.0 %	1.5 %	2.5%
MARSHALL	Flujo	18	3	3	3
	Estabilidad				

	Resistencia al daño				
LOTTMAN	por humedad inducido	6	6	6	6
Parcial		24	9	9	9
TOTAL			51 unidades		

- **Criterios de inclusión:** Se considerará todas las briquetas elaboradas de acuerdo con la Norma MTC, por lo que serán sometidas a los ensayos de laboratorio.
- **Criterios de exclusión:** Todas las briquetas que presenten falla en la fabricación serán excluidas ya que no cumplirán con el diseño establecido y no serán sometidos en los ensayos de Marshall y Lotman.

3.3.2. Muestra

Es el subgrupo y/o parte del universo o población en la que se elabora el análisis, que para ser estudiada tiene que ser definida y delimitada con una precisión, de tal forma la muestra es un modelo que debe ser representativo de la población que se analizará, como investigador se estima que los resultados hallados en la muestra puedan ser generalizados a la población (Hernández et al. 2014).

La presente investigación tendrá como muestra no aleatoria, ya que se utilizará la totalidad de la población, que en este caso son las 51 briquetas de mezcla asfáltica que serán sometidas a ensayos que se mencionan con anterioridad.

3.3.3. Muestreo

El muestreo implica seleccionar una porción de la población total de estudio, utilizando un conjunto de reglas, procedimientos e ideas para elegir elementos representativos que reflejen lo que está ocurriendo en la población en su conjunto. (Mata et al. 1997).

Desde el enfoque cuantitativo, una ventaja de utilizar una muestra no probabilística radica en su utilidad para ciertos diseños de investigación que no necesitan que los elementos de la población sean "representativos". En cambio, se requiere una selección deliberada y controlada que cumpla con características específicas previamente definidas **(Hernández et al. 2014)**.

En el muestreo por conveniencia, la muestra es seleccionada por el investigador, por lo que se le da la facilidad de determinar el número de participantes a intervenir y así formar parte de un estudio experimental **(Hernández y Gonzales. 2020)**.

La presente investigación utilizará el muestreo no probabilístico - por conveniencia, porque elegiremos por juicio propio las briquetas que serán ensayadas en el laboratorio, que para la selección de las muestras tendremos como referencia las siguientes Normas: ASSHTO T-245, ASTM D-6927, MTC E-504 para realizar los ensayos de Marshall y Lottman.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis indica las variables medibles, es decir los elementos o casos para los que finalmente se utiliza el dispositivo de medición. De esta manera, como parte de la unidad de análisis se están considerando cada briqueta fabricada, ya que estas serán sometidas a ensayos en el laboratorio, es por ello la importancia de la correcta y estricta elaboración de los especímenes asfálticos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los métodos para la acopiación de datos comprenden una serie de pasos y actividades específicas, estas se realizan para permitir a los investigadores obtener la información correcta y necesaria para responder luego sus interrogantes de estudio. Por lo tanto, en la investigación científica, la recolección de datos generalmente inicia con observar, entrevistar, encuestar a los sujetos de estudio **(Hernández et al. 2014)**.

En la presente investigación se considerará las técnicas de recolección de datos como la observación, la recopilación documentaria, así mismo los instrumentos serán las fichas o formatos de recolección de datos y los valores que se conseguirán en

resultados basados en los ensayos de laboratorio serán procesados en el programa Excel y otros más.

3.4.1. Validez

La validez de un constructo se refiere al grado en que un instrumento refleja y evalúa una definición, de la cual esta validez se enfoca específicamente en el significado de la herramienta: qué mide y cómo lo hace. Consiste también en reunir evidencias que ayuden a respaldar la deducción del significado de las puntuaciones del instrumento. Por lo general, se puede afirmar que la validez se relaciona con el grado en que la variable medida es realmente evaluada (**Sampieri, 2020**).

Consideráremos con la orientación de un profesional técnico especializado en la materia, considerando constantemente las normas de ensayo tales como la MTC E 522, ASTM, Y AASHTO T 283 las cuales nos dirigiremos a elaborar las pruebas, con los equipos certificados.

La "escala Likert" es un instrumento psicométrico en el cual los participantes deben expresar su nivel de acuerdo o desacuerdo con una afirmación, ítem o agente, utilizando una escala unidimensional de orden (**Mata, 2016**).

La escala Likert es una herramienta empleada para medir o recopilar datos cuantitativos en la investigación. Es una escala aditiva correspondiente a un nivel de medición ordinal y está compuesta por una serie de ítems o juicios presentados como enunciados a los que el sujeto debe responder (**Maldonado et al, 2007**).

Tabla 3. Escala de medición tipo Likert

Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	2	3	4	5

3.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que produce resultados consistentes y de manera coherente. Las herramientas de medición pueden ser reales, pero eso no significa que siempre sean ciertas (**Hernández, et al. 2014**).

El alfa de Cronbach sirve para evaluar la confiabilidad de un instrumento que está compuesta por la escala llamada Likert o algún otro tipo de escala que tenga múltiples alternativas (**Quero, 2010**).

Tabla 4. Escala de rangos, alfa de Cronbach

Rangos de α	Magnitud
> a 0.90	Excelent.
(0.80 - 0.89)	Bueno
(0.70 - 0.79)	Aceptab.
(0.60 - 0.69)	Dudoso
(0.50 - 0.59)	Pobr.
< a 0.50	Inacceptab.

Por ello en el estudio se va a usar equipos de laboratorio lo cual nos va a brindar datos, diagramas y figuras de nuestras variables, teniendo en cuenta que cada equipo o herramientas a utilizar será certificado por la INACAL de la cual nos dará una confiabilidad efectiva.

3.5. Procedimientos

Los procesos correspondientes a la investigación se realizarán respetando las normas técnicas peruanas e internacionales

Primero: se recolecto los materiales para el estudio, así como: la tara, los agregados fino y grueso.

Tabla 5: Ensayo mecánicos y físicos de los agregados para la mezcla asfáltica.

Ensayos	Mat.	
Conten. Hum.	Grueso	Fino
Ensay. Granulom.		
Pes. unitario		
Gravedad específica		

Fuente: Elaboración propia

La tara se recolectó en el departamento de Apurímac, provincia de Andahuaylas, distrito de Andahuaylas específicamente en el sector de Talavera, luego de ser recolectada tuvo que ser tendida en la intemperie para que termine su proceso de secado y pierda humedad, después de ello se usó una cocina artesanal para ser quemada con la finalidad de obtener la ceniza, finalmente se dejó por una noche completa para que proceda a enfriarse de manera natural a temperatura ambiente para que después se realice su granulometría.

Los agregados que se recolectó para realizar el estudio se realizó la compra en la cantera Chumbao que está ubicado en Talavera en la faja del río Chumbao, se eligió la cantera por tener la mayor demanda y distribución en la zona, también fue de preferencia ya que está dentro de nuestra zona donde se aplicará el experimento de la investigación.

Para el estudio de investigación y experimentación se usó el PEN cemento asfáltico 80 – 100 porque según norma se utiliza este ligante cuando el pavimento se realiza a más de 2000 m.s.n.m.

Segundo: Se procede a realizar el estudio físico y mecánico de las formas y características de los agregados, para que después se continúe con el diseño de la mezcla asfáltica conforme indica el MTC, para mezclas asfálticas en caliente con PEN 80-100.

Tercero: Con los resultados obtenidos se continúa con el diseño de la mezcla asfáltica, la dosificación de las mezclas con diferentes cantidades de ligante asfáltico, según el MTC 502, el ligante asfáltico se tiene que agregar con variaciones de 0.5% comenzando desde el 4.5% hasta 6.5% del cemento asfáltico todo con respecto al peso de total de la mezcla. Se elaboró 3 especímenes por cada aumento, en total 15 briquetas para obtener la mezcla patrón.

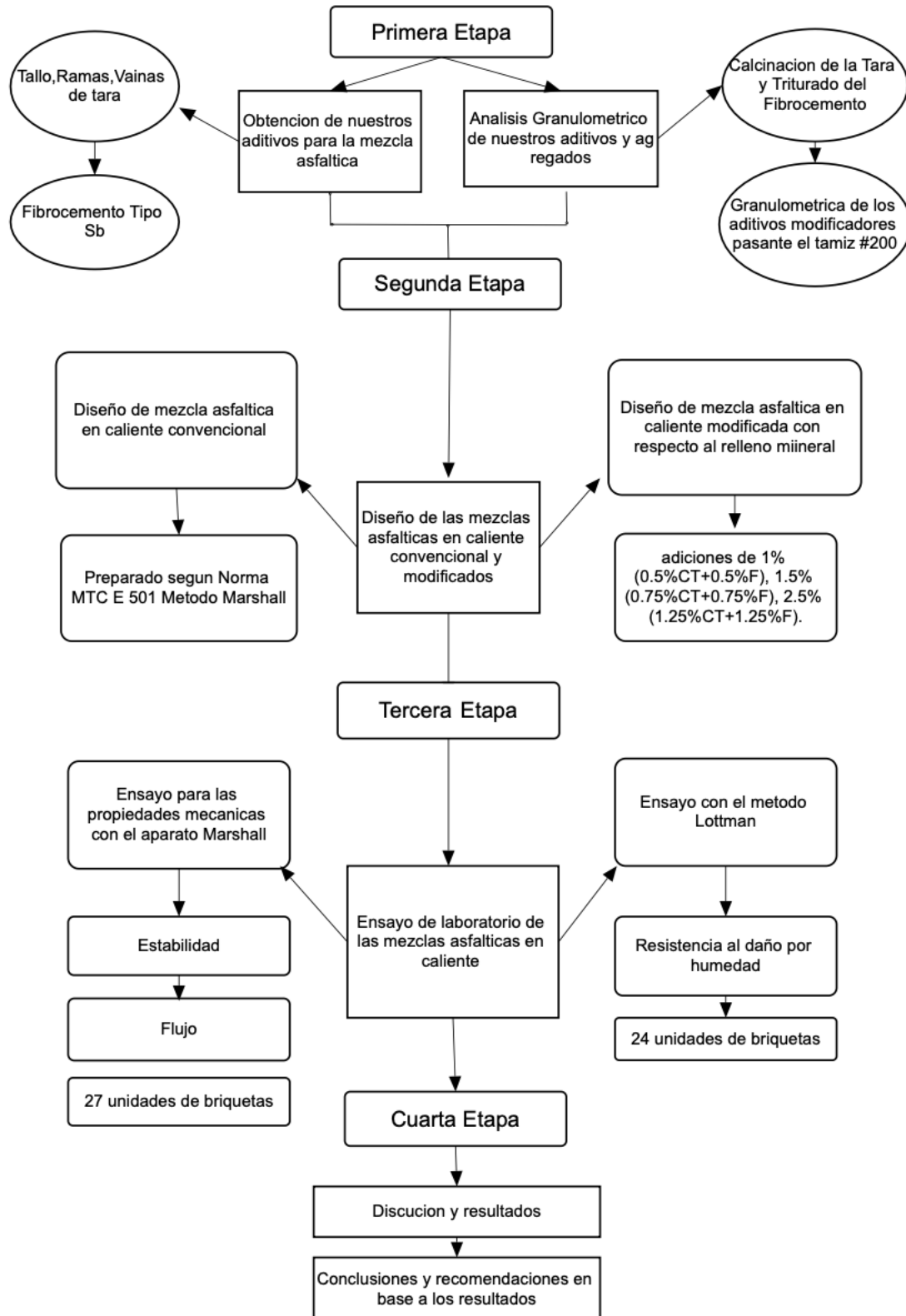
Cuarto: Se realizó la rotura de las muestras patrón para obtener los valores que refieran a una característica de estabilidad – flujo Marshall para así definir qué cantidad del ligante asfáltico obtuvo el valor óptimo para continuar con las siguientes fabricaciones de briquetas.

Quinto: Una vez obtenida el contenido óptimo a utilizar del ligante asfáltico se procede a fabricar las siguientes briquetas añadiendo el fibrocemento y ceniza de tara en porcentajes de 1.0, 1.5, 2.5% con respecto al peso del filler o relleno mineral.

Sexto: Las briquetas se crean con porcentajes de 1.0%, 1.5%, 2.5% de fibrocemento y ceniza de tara, tanto para el ensayo de Marshall y Lotman, con el fin de conocer las características especificadas en los objetivos.

A continuación, se presenta un flujograma de las actividades a realizar.

Figura 4: Flujograma



3.6. Método de análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis, los datos se codifican, se transfieren a una matriz o formato, se almacenan en un archivo y se corrigen los errores. Posteriormente, se procede a su análisis. El análisis cuantitativo se efectúa utilizando un programa informático para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos mediante métodos de análisis cuantitativos. **(Hernández, et al. 2014, p. 272).**

Es así como en el proyecto de investigación será a nivel descriptiva porque se crearán tablas, cuadros y figuras a partir de los reportes que se obtendrá en los ensayos que se realizaran en laboratorio, después de analizar los valores con la media y mediana, se empleara el método estadístico inferencial y ver si nuestros datos son de distribución normal o no normal, en caso sea no normal o no paramétrica se aplicaran a los estadistas modernos; Kolmogorov Smirnow, Shapiro Wilk y Anderson Darling. Luego de ello si los datos en caso son normal o paramétricas se utilizará el estadista de análisis de varianza (ANOVA), lo que facilitará en la constatación de las hipótesis planteadas, donde el análisis de los datos será con el programa Minitab.

3.7. Aspectos éticos

El siguiente proyecto de investigación estará desarrollado con el debido respeto, honestidad, ética y moral, adjuntado información de fuentes confiables respetando la autoría de todos los autores, siguiendo todos los formatos proporcionados por la universidad como también se realizará todos los ensayos respetando la normativa que establece el AASHTO T283, flujo - estabilidad Marshall, MTC 520, realizando en laboratorios certificados-acreditados para así obtener un proyecto de investigación de calidad y transparencia donde se tendrá en cuenta el código de ética de la Universidad César Vallejo y también siendo respaldado por las normas ISO 690 y 690-2 para citar la autoría en la cual verificará a través el programa TURNITIN la veracidad y similitud de todas las referencias. Criterio que se usará para calidad de ética final serán: **Beneficencia:** Se obtendrá información relevante sobre el tema para identificar los modificadores utilizados en investigaciones previas, aplicándolos a la mezcla asfáltica en caliente para mejorar sus propiedades. Además, se investigará la adición de fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral para mejorar las características de la mezcla, incentivando así nuevas investigaciones en el distrito de Talavera. **No maleficencia:** Durante la recopilación de datos e información, se respetarán todos

los procesos, asegurando que los beneficios sean para el distrito de Talavera y no en su detrimento. **Autonomía:** Este estudio se llevará a cabo respetando y cumpliendo plenamente las normas, con el objetivo de beneficiar a la sociedad. **Justicia:** Se respetarán las opiniones de los jurados y autores al emitir sus criterios de justicia para este proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Características físicas de los agregados

Para estar en la condición de poder realizar un experimento es de suma importancia realizar la granulometría de los agregados y así proceder a diseñar la mezcla asfáltica en caliente. Es por lo que se realizaron los siguientes ensayos.

Tabla 6: Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso (MTC E-206- 2000)

AGREGADO GRUESO AASHTO T-85				
Descripción	UND	Identificación		
		1	2	3
Peso Material seco al aire.	gr	1500.30	1500.20	1500.20
Peso material sumergido en agua	gr	947.90	947.70	947.60
Volumen de masa + volumen de vacíos	Cm3	552.40	552.50	552.60
Peso de material seco (105 °C)	gr	1487.20	1486.70	1487.80
Volumen de masa	Cm3	539.30	539.00	540.20
Peso Bulk (base seca)	Kg/m3	2692	2691	2692
Peso Bulk (base saturada)	Kg/m3	2716	2715	2716
Peso aparente (base seca)	Kg/m3	2758	2758	2754
Porcentaje de absorción	%	0.88	0.91	0.83

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Estos son los resultados que arrojaron el ensayo de gravedad específica y absorción del árido grueso, siendo de esta manera que los porcentajes de absorción del agregado fueron de 0.88, 0.91, 0.83% y las gravedades específicas seca fue de 2692 kg, 2691 kg y 2692 kg, y al estar saturada aumenta en 2716 kg, 2715 kg y 2754 kg.

Tabla 7: Ensayo de gravedad especifica y absorción del agregado Fino (MTC E-206- 2000)

AGREGADO FINO AASHTO T-84				
Descripción	Und	Identificación		
		1	2	3
Peso Material seco al aire.	gr	500.0	500.0	500.0
Peso frasco + agua (25°C)	gr	646.1	645.9	646.0
Peso de frasco + agua (25°C) +Peso mat. Sat, super, seco	gr	1146.1	1145.9	1146.0
Peso de (mat, sat superf seco + agua en el frasco)	gr	958.5	958.4	958.7
Volumen de masa + volumen de vacíos	Cm3	187.6	187.5	187.3
Peso de material seco (105°C)	gr	497.8	497.8	497.8
Volumen de masa	Cm3	185.4	185.3	185.1
Peso Bulk (base seca)	Kg/m ³	2654	2655	2658
Peso Bulk (base saturada)	Kg/m ³	2665	2667	2670
Peso aparente (base seca)	Kg/m ³	2685	2686	2689
Porcentaje de absorción	%	0.44	0.44	0.44

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Estos son los resultados que arrojaron el ensayo de gravedad especifica y absorción del árido fino, siendo de esta manera que los porcentajes de absorción del agregado fueron de 0.44% y las gravedades especificas seca fue de 2654 kg, 2655 kg y 2658 kg, y al estar saturada aumenta en 2665 kg, 2667 kg y 2670 kg.

Tabla 8: Análisis Granulométrico del agregado grueso

Tamiz	Abert. mm	Peso reten.	% Reten. parcial	%Reten. Acum.	% que pasa
3/4	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2	12.70	895.0	17.7	17.7	82.3
3/8	9.525	1,955.0	38.7	56.4	43.6
1/4	6.30	--	--	--	--
# 4	4.760	2,020.0	40.0	96.4	3.6
# 8	2.360	170.0	3.4	99.8	0.2
# 10	2.00	8.0	0.2	100.0	0.0
	Fondo	2.0	0.0	100.0	0.0
Total	Peso de la muestra 5,050.0 gramos				

Fuente. Elaboración propia

Peso inicial	5065.0 gr
Peso lavado seco	5050.0 gr

% que pasa N° 4	3.6 gr

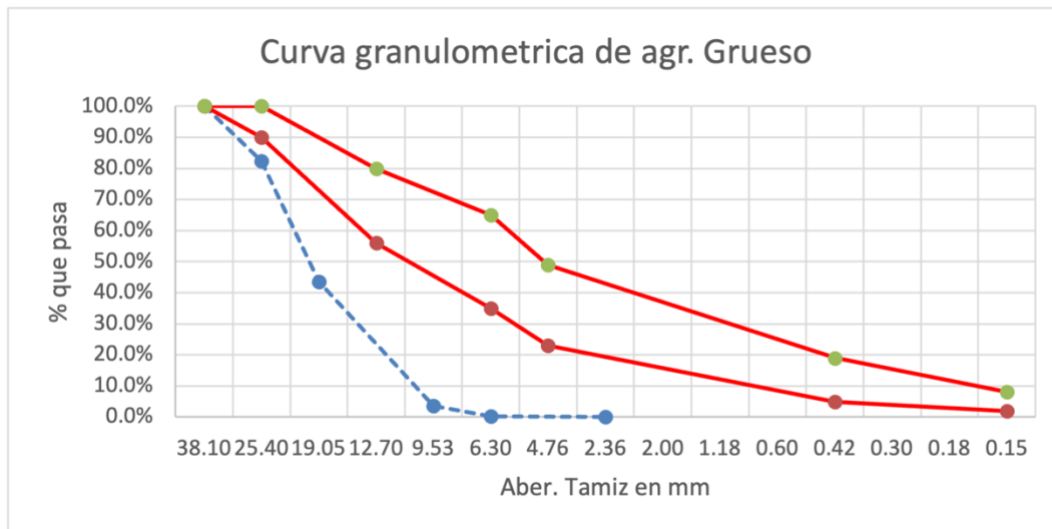


Figura 5: Curva Granulométrica del agregado grueso

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: En la granulometría de agregado grueso se consideró como muestra una cantidad de 5050 gramos donde se determinó los tamaños de acuerdo con los tamices; se observa que el tamaño mínimo de agregado está en el tamiz #4 con un 4.9% de acumulado que pasa y en la malla 3/4 del 100%.

Tabla 9: *Análisis Granulométrico del agregado fino*

Tamiz	Abert. mm	Peso reten.	% Reten. parcial	%Reten. Acum.	% que pasa
3/8	9.525	0	0	0	100
# 4	4.760	34.3	4.3	4.3	95.7
# 8	2.360	224.7	28.1	32.4	67.6
# 10	2.00				
# 16	1.180	177.3	22.2	54.6	45.4
# 30	0.600	118.1	14.8	69.4	30.6
# 40	0.420				
# 50	0.300	88.2	11.0	80.4	19.6
# 80	0.180				
# 100	0.150	60.3	7.5	88.0	12.0
# 200	0.075	28.1	3.5	91.5	8.5
<# 200	fondo	68.2	8.5	100.0	0.0
fino		764.9			
Total		799.2 gramos			

Peso inicial	799.2 gr
Peso lavado seco	731.0 gr

% que pasa N° 200	8.5%
Peso retenido N° 4	34.3
Módulo de Fineza	5.20

Fuente. Elaboración propia

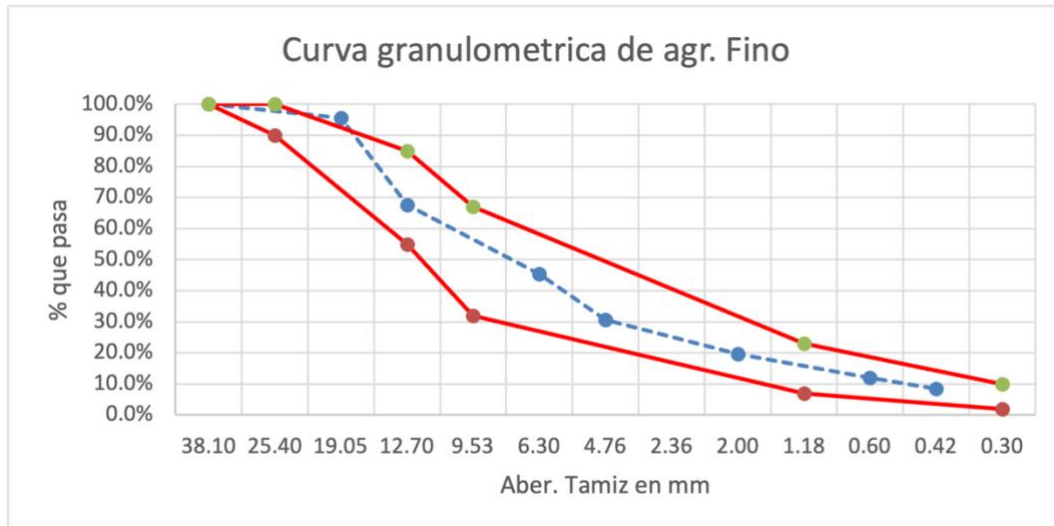


Figura 6: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: La granulometría del agregado fino, se observa que la granulometría cumple con los requisitos de límites, siendo esta un material no plástico, por otro lado, en la malla N°200 el % acumulado que pasa es de 9.3%, dando como resultado que es un material con limos.

Tabla 10: Combinación teórica de los agregados según ASTM: D3515

Tamices		Agr. fino	Agr. Grueso	Combinación teórica	ASTM D3515	
1	25.400			100.00		
3/4	19.050		100.0	100.00	100	100
1/2	12.700		82.3	93.1	90	100
3/8	9.525	100	43.6	79.5		
# 4	4.760	95.7	3.6	60.8	44	74
# 8	2.360	67.6	0.2	44.0	28	58
# 10	2.00		0.0			
# 16	1.180	45.4		29.6		
# 30	0.600	30.6		20.2		
# 40	0.420					
# 50	0.300	19.6		13.3	5	21

# 80	0.180					
# 100	0.150	12.0		8.4		
# 200	0.075	8.5		5.6	2	10

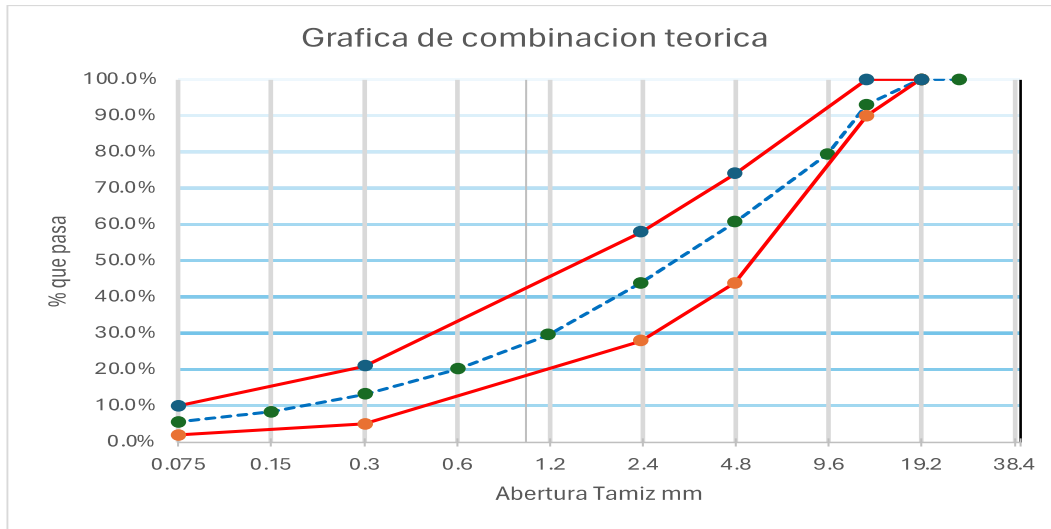


Figura 7: Curva granulométrica de combinación teórica

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: La combinación dada en la gráfica es una comprobación que se realizó al pasar por los tamices comendados, para ello se unió la granulometría del agregado fino y grueso, estos valores no tienen que superar los valores máximos y mínimos de tamaño nominal indicados en la norma ASTM D 351. El tamiz máximo grueso fue la de 3/4" con % pasante de 100% y el tamiz mínimo más fino fue la #200 con un % pasante de 5.6%.

Tabla 11: Ensayo de Equivalente de arena

Muestra: M1	Identificación
-------------	----------------

		1	2	3
Hora de entrada a saturación	Hh:mm	10:45	10:47	10:49
Hr de salida de sat. (mas 10°)	Hh:mm	10:55	10:57	10:59
Hr de entrada a decantación	Hh:mm	10:57	10:59	11:01
Hr de salida de decantación	Hh:mm	11:17	11:19	11:21
Altura máxima de material fino	pulg	5.00	5.00	4.80
Altura máxima de arena	pulg	3.6	3.6	3.5
Equivalente de Arena	%	72	72	73
Equi. de arena promedio	%	72.3		
Resultado equi. de arena	%	73		

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: La prueba de equivalente de arena, fue con el fin de conocer la limpieza de los áridos y para que también se conozca con si el agregado fino tiene arcillas, de lo cual el porcentaje del equivalente de arena es del 73%. La referencia de este ensayo está en las normas MTC E 114, ASTM 2419, AASHTO T-176.

Ensayo de Limite liquido:

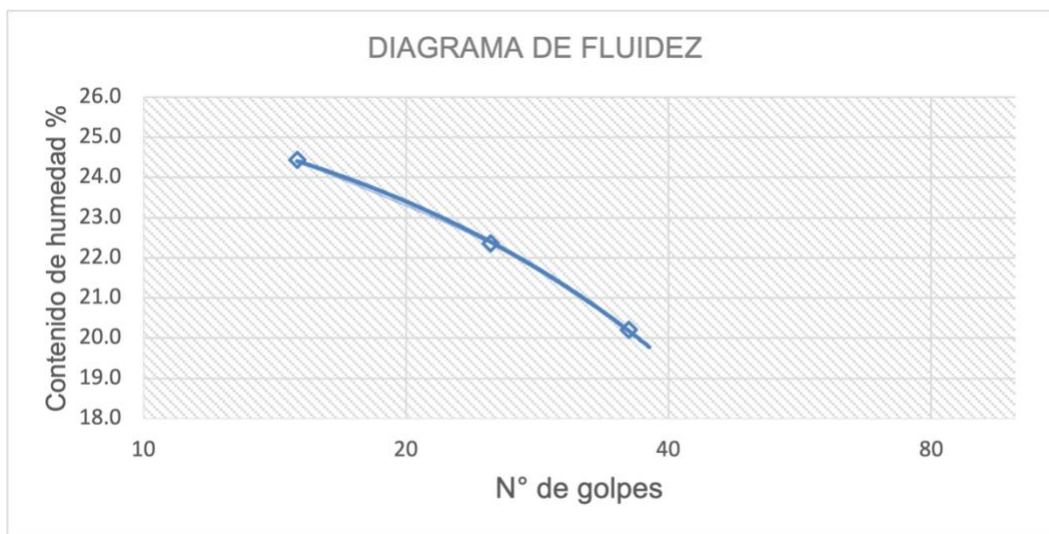
Tabla 12: *Ensayo de Limite liquido del agregado fino*

LIMITE LIQUIDO			
N° Tarro	9	15	12
Tarro más suelo húmedo	39.84	37.92	38.92
Tarro más suelo seco	36.20	35.12	36.07
Agua	3.64	2.80	2.85
Peso del tarro	21.30	22.59	21.96
Peso del suelo seco	14.90	12.53	14.11
% de humedad	24.43	22.35	20.20
# de golpes	15	25	36

Fuente. Elaboración propia

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	22.1
LP	N.P
IP	N.P

Fuente. Elaboración propia



Interpretación. El ensayo de limite liquido del agregado fino nos indica que tiene un porcentaje de humedad de 24.43% cuando el número del golpe es de 15, al aumentar el N° de los golpes a 25, el % de humedad es de 22.35, finalmente la humedad es de 20.20% al superar los 36 golpes. Se determinó que el agregado fino contiene un límite liquido de 22.1, y que nos es plástica.

4.1.2 Ensayo de Gravedad especifica de la mezcla asfáltica, absorción y asfalto efectivo.

La prueba nos sirve para calcular el porcentaje de vacíos con aire incluido en la mezcla caliente compactada, así mismo para conocer el % de asfalto absorbido por el agregado, y por último para suministrar los valores cuando se aplican en pavimento flexible de gran envergadura.

Tabla 13: Ensayo de Gravedad específica de la mezcla asfáltica, absorción y asfalto efectivo.

Peso del frasco más agua	7414.2	7414.2	7414.2	7414.2	7414.2
Peso de la mezcla	1500	1500	1500	1500	1500
Peso del frasco más mezclas más agua	8320.5	8315.2	8310.2	8306.5	8300.2
Volumen de la mezcla	593.7	599.0	604.0	607.7	614.0
Gravedad específica de la mezcla	2.527	2.504	2.483	2.468	2.443
Porcentaje de asfalto total	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5

Fuente. Elaboración propia

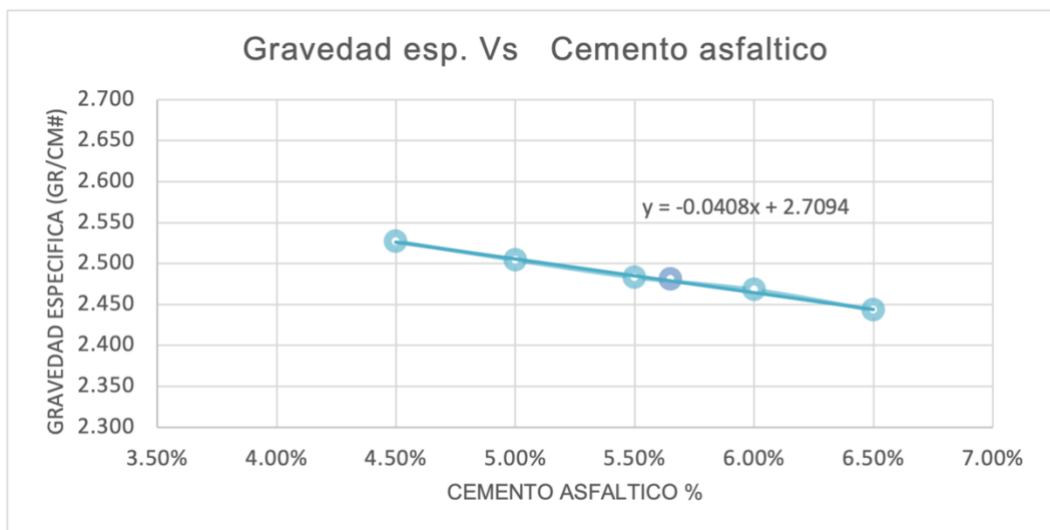


Figura 8: Figura de gravedad específica vs cemento asfáltico

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: En la prueba de gravedad específica, asfalto efectivo y absorción, se determina que el % de absorción de los agregados en la mezcla asfáltica es mayor del 2% en todas las variaciones de cemento asfáltico.

4.2. Composición química de la ceniza de tara con la prueba de Fluorescencia de rayos X

Para determinar la composición química de la ceniza de tara, el ensayo se realizó en el laboratorio (Slab, Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C), por lo que se necesitó 50 gramos de ceniza.

Cabe recalcar que la ceniza fue enfriada a temperatura ambiente, que en la provincia de Talavera llegó hasta los 6 Grados Celsius y una humedad relativa de entre los 58% a 61%.

Tabla 14: *Composición química expresado como óxidos*

Composición Química	Unidad	Resultado
Óxido de Potasio, K ₂ O	%	64.735
Óxido de Calcio, CaO	%	16.065
Óxido de Fósforo, P ₂ O ₅	%	7.163
Óxido de Magnesio, MgO	%	6.183
Óxido de Azufre, SO ₃	%	2.029
Óxido de Silicio, SiO ₂	%	1.548
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	%	1.200
Óxido de Zinc, Zn O	%	0.770
Óxido de Estroncio, SrO	%	0.098
Óxido de Manganeso, Mn O	%	0.080
Óxido de Rubidio, Rb ₂ O	%	0.059

Fuente: Elaboración propia

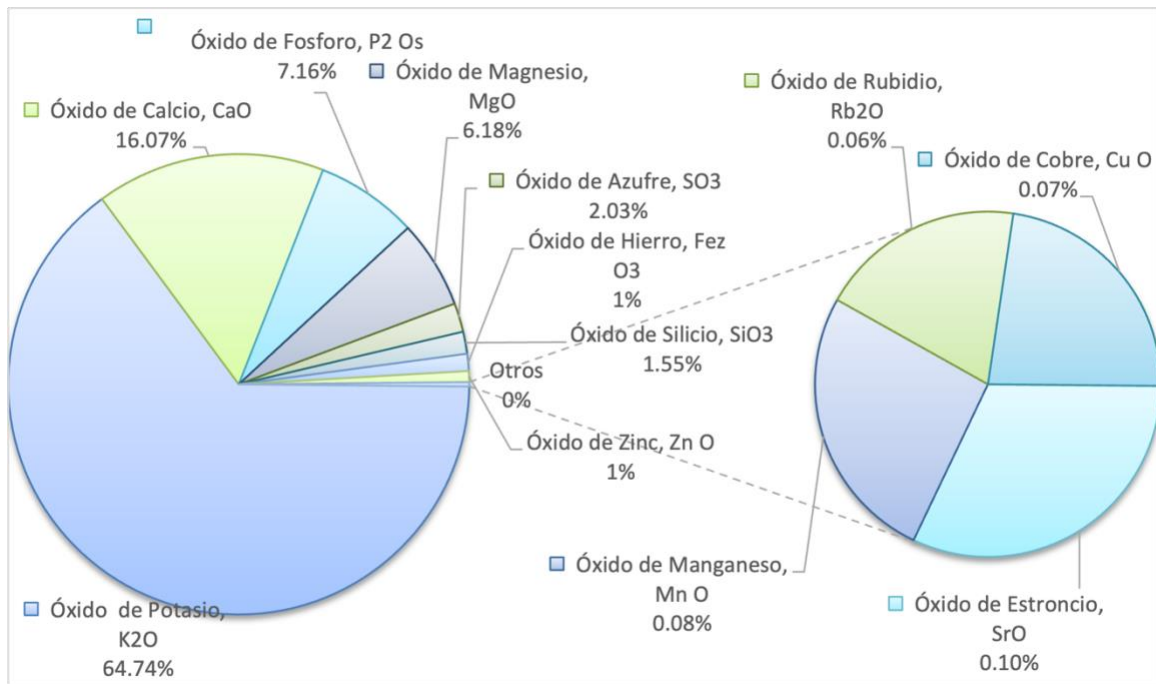


Figura 9: Composición química de la ceniza de tara

Interpretación: Los compuestos químicos obtenidos en el ensayo de rayos X son representativos de acuerdo con la muestra extraída, dando como resultado que el 64.74% es de óxido de potasio (K₂O), seguido por el óxido de calcio (CaO) en un 16.07%, y 7.16% de óxido de fósforo (P₂O₅), además el 6.18% es del óxido de magnesio (MgO) y menor al 5% son los otros componentes que se presentan en la tabla.

Composición química del fibrocemento con la prueba de Fluorescencia de rayos X.

Para determinar la composición química del fibrocemento, el ensayo se realizó en el laboratorio (Slab, Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C), por lo que se necesitó 500 gramos del fibrocemento. En la extracción del fibrocemento la trituration fue de manera Manuel, lo cual el tamaño de las partículas obtuvo dimensiones mayores a lo que se indica en la Norma. La prueba arrojó estos resultados.

Tabla 15: Composición química expresado como óxidos.

Composición Química	Unidad	Resultado
Óxido de Calcio, CaO	%	41.582
Óxido de Azufre, SO ₃	%	35.964
Óxido de Fosforo, P ₂ O _s	%	0.902
Óxido de Silicio, SiO ₃	%	0.811
Óxido de Estroncio, SrO	%	0.417
Óxido de Hierro, Fe _z O ₃	%	0.298
Óxido de Potasio, K ₂ O	%	0.204
Óxido de zirconio, ZrO ₂	%	0.022
Perdida por calcinación	%	19.800

Figura 10: Composición química del fibrocemento expresado en óxidos

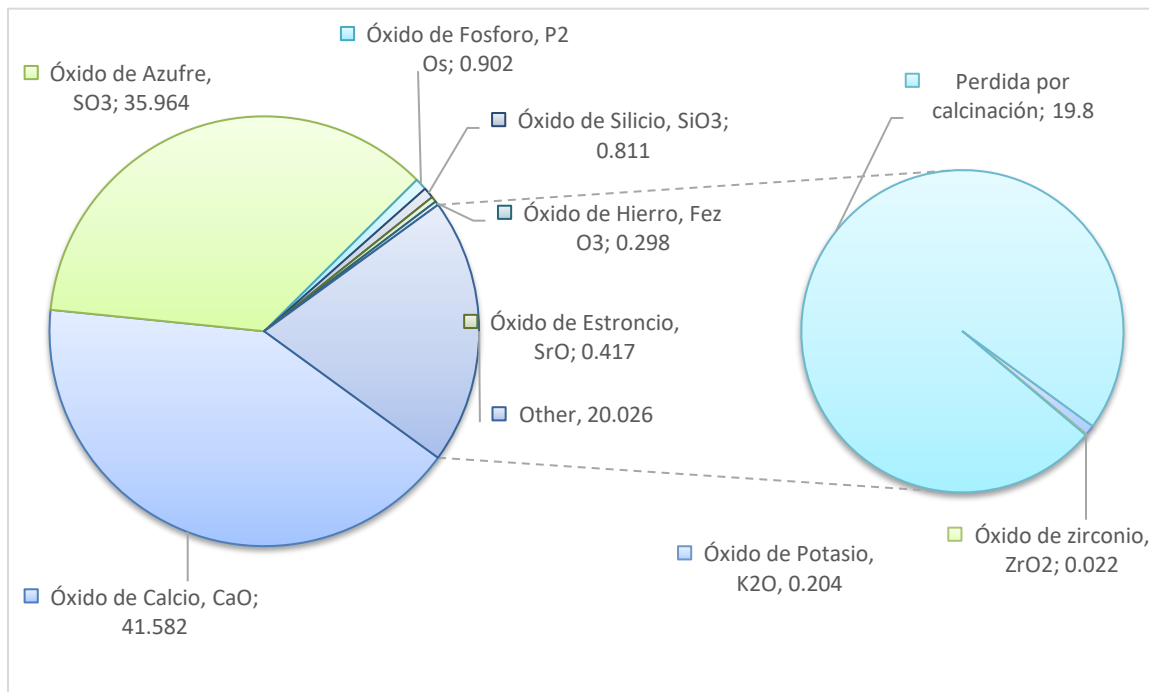


Tabla 16: Composición química expresado como elementos.

Composición Química	Unidad	Resultado
Calcio, Ca	%	52.221
Azufre, S	%	25.31
Fosforo, P	%	0.692
Silicio, Si	%	0.666
Estroncio, Sr	%	0.619
Hierro, Fe	%	0.366
Potasio, K	%	0.298
zirconio, Zr	%	0.029
Perdida por calcinación	%	19.800

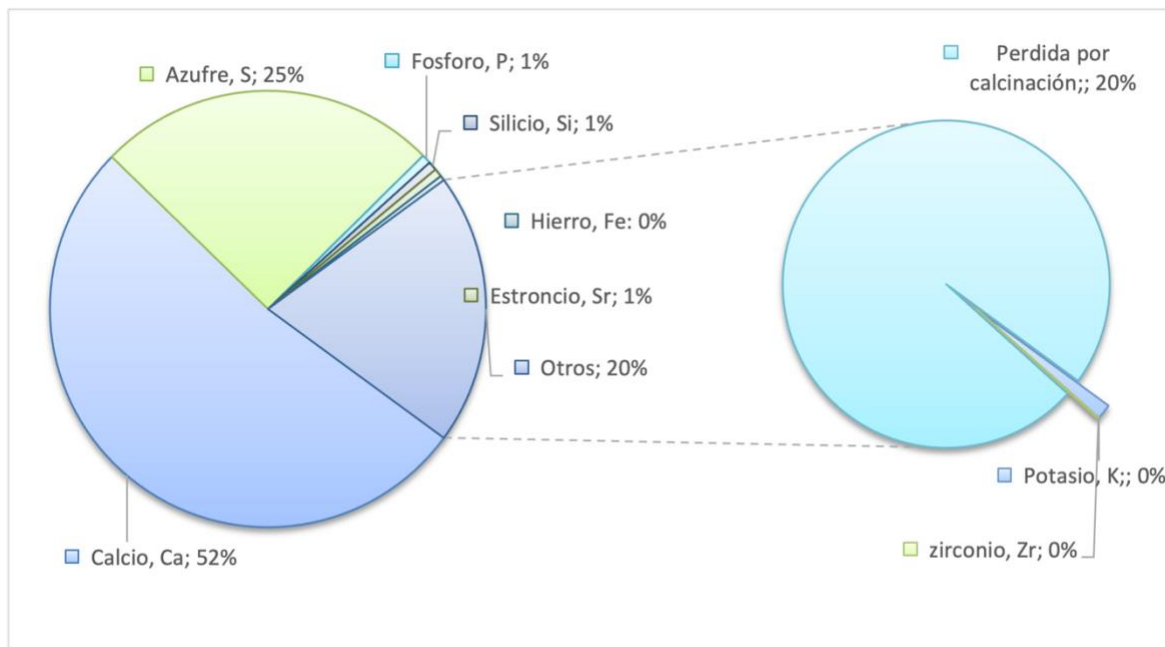


Figura 11: Composición química del fibrocemento expresado en elementos.

Interpretación: En los análisis químicos del fibrocemento se demuestra que al realizar la calcinación para obtener la cantidad de los resultados de los elementos químicos, se ve que pierde proporciones, es decir pierde peso a lo de su estado de llegada. Pero al realizar el ensayo las cantidades que prevalecen en la muestra son el calcio con 52% y azufre con 25%, y entre los demás elementos como; fosforo, silicio, hierro, estroncio, potasio y zirconio, que son menores al 1%.

4.3. Diseño Marshall muestra patrón.

Las muestras patrón ayudaron a definir la cantidad óptima del cemento asfáltico y el diseño que se va a considerar para continuar con la experimentación.

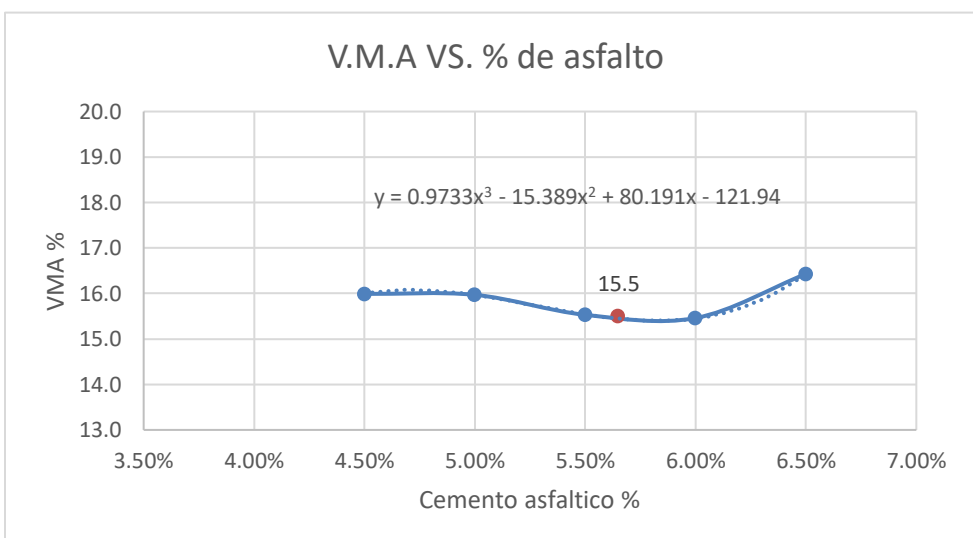
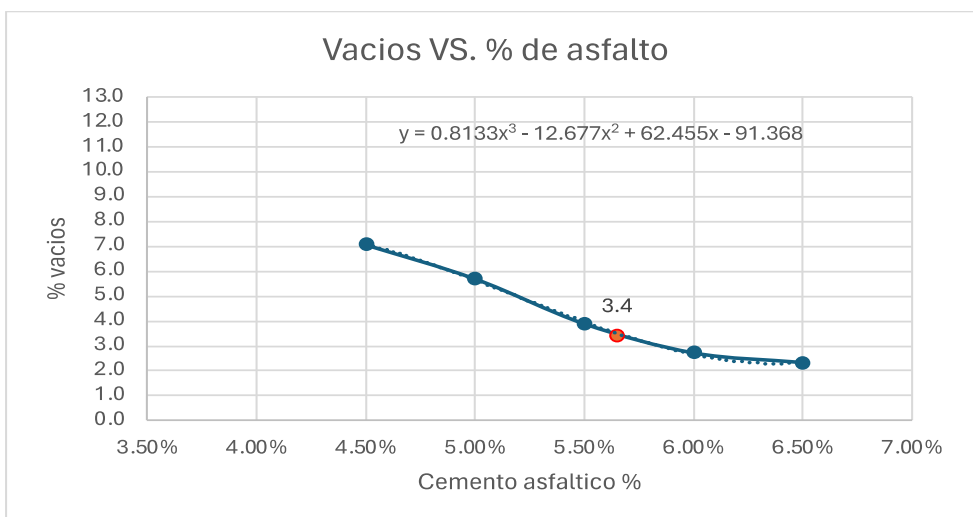
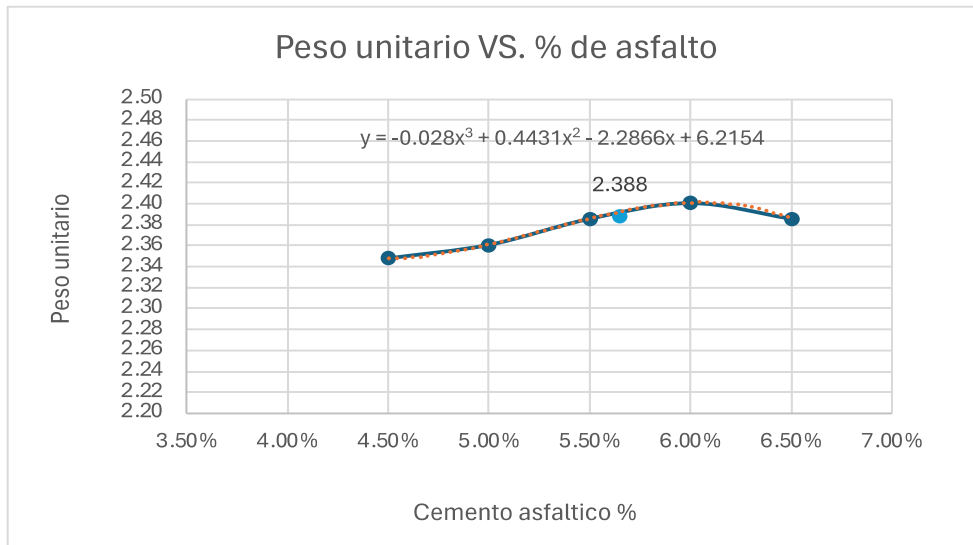
Tabla 17: *Diseño de mezcla asfáltica para % de cemento asfáltico óptimo.*

Items	% Cemento asfáltico (C.A)				
	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
Peso específico de Bulk de la briqueta (g/cm ³)	2.348	2.361	2.386	2.401	2.386
% vacíos	7.07	5.70	3.89	2.72	2.33
% vacíos agregado mineral	15.99	15.97	15.53	15.46	16.43
Relación betún vacíos (%)	55.79	64.30	74.94	82.41	85.84
Estabilidad (Kg)	1245	1302	1286	1303.5	1245.7
Flujo (mm)	2.91	3.26	3.40	3.67	3.80

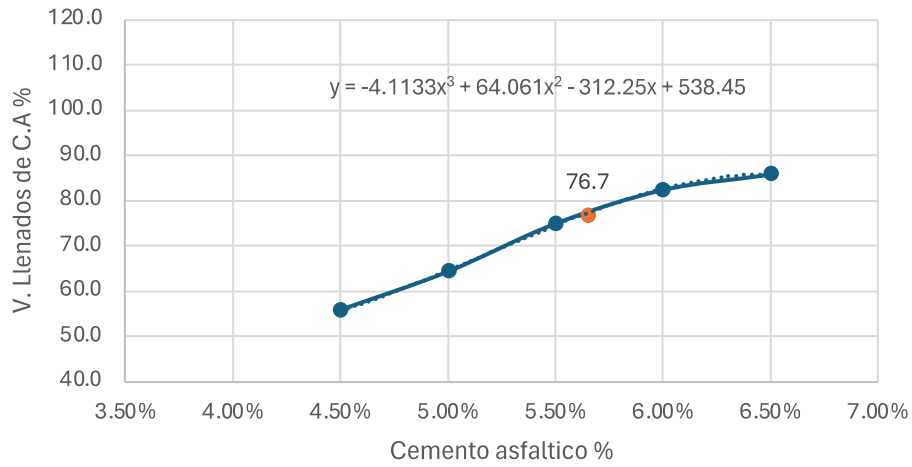
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la experimentación para el diseño de la mezcla, se consiguió determinar el porcentaje óptimo de C.A, obteniendo así que el 5.65% de C.A es la cantidad con la que se procederá la experimentación. Estos valores cumplen de forma efectiva con los parámetros establecidos en la Norma MTC. Para cumplir con estos parámetros se tiene que tener en cuenta que tanto en la estabilidad y el flujo Marshall cumplan con los valores estándares; siendo que con el 5.65% de C.A, su estabilidad es 1289.8 kg, flujo 3.5 mm y % de vacíos el 3.4.

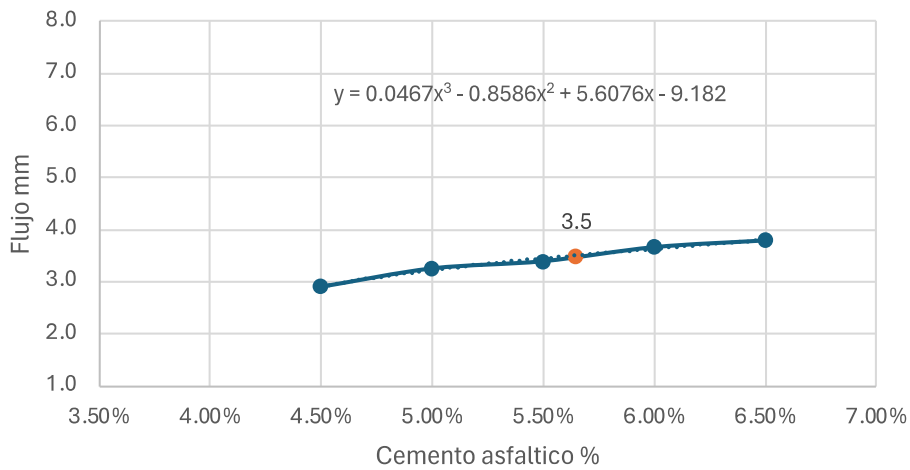
Figura 12: Gráficos Marshall de mezcla convencional sin modificadores



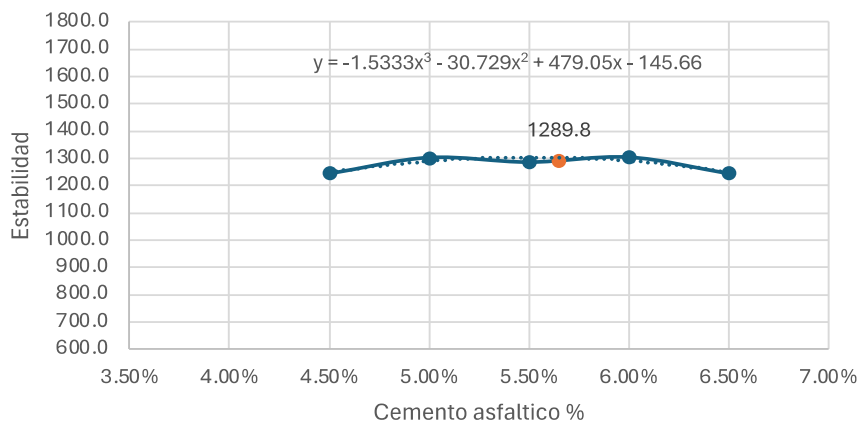
Vacios llenados Vs. % de asfalto

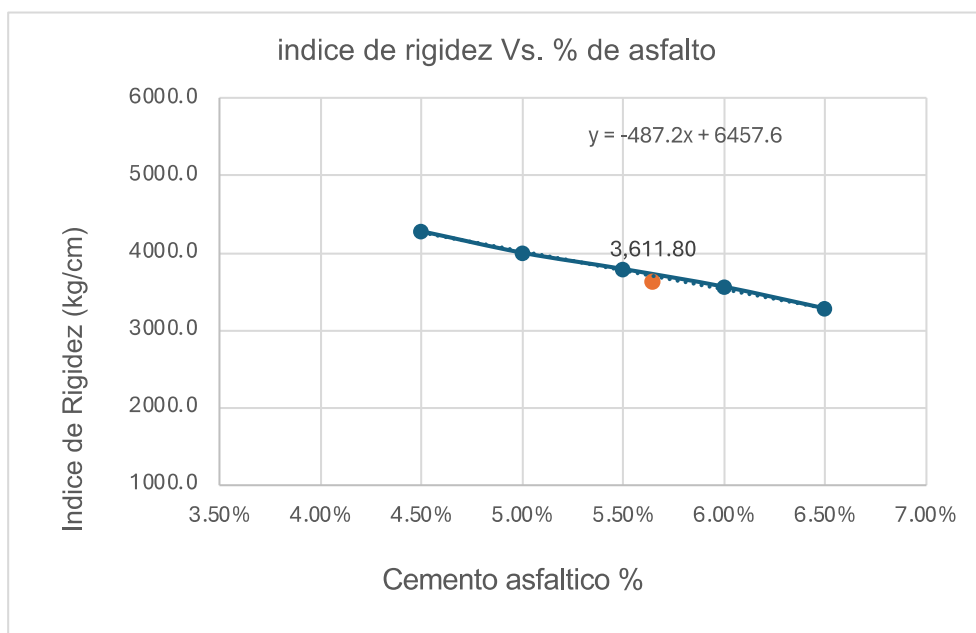


Flujo (mm) Vs. % de asfalto



Estabilidad (kg) Vs. % de asfalto





Especificaciones	MAC 2	Resul.	Und	Condición
Optimo contenido C.A	+/- 0.2	5.65	%	Ok
Peso unitario	-	2.388	Gr/cm ³	Ok
Vacíos al Aire	3 - 5	3.4	%	Ok
V.M.A	Min. 14	15.5	%	Ok
Vacíos llenados C.A	-	76.7	%	Ok
Flujo	2 - 4	3.5	Mm	Ok
Índice de compactibilidad	Min. 5	5.99	%	Ok
Estabilidad retenida, 24 hrs	Min. 75	92.4	%	Ok
Estabilidad	Min. 830	1289.8	Kg	Ok
Índice de Rigidez	1700 - 4000	3,611.8	Kg/cm	Ok

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los valores en la tabla indican los resultados que cumplen con los parámetros que determinan la Norma, siendo de tal forma que a partir de estos valores se comenzara a fabricar las siguientes briquetas siendo está el resultado patrón a

comparar. El cemento asfáltico será de 5.65% respecto al peso de la mezcla, vacíos de aire de 3.4%, vacíos llenados con C.A 76.7%, estabilidad 1289.9 kg y flujo 3.5 mm.

4.4 Índice de compactibilidad:

Para realizar el ensayo e índice de compactibilidad es importante conocer las cantidades de agregados y el contenido óptimo del cemento asfáltico, en la siguiente tabla se especifica lo anunciado.

Tabla 18: Índice de compactibilidad (Norma ASTM D1559/ AASHTO T 245)

Descripción de mezcla asfáltica			
Agregados pétreos	Cantera		Proporciones
Arena Triturada	Chumbao		61.0%
Grava Triturada			39.0%
Bitumen - Aditivo			Proporción
Contenido óptimo de C. A			5.65%

Fuente: Elaboración propia

Descripción	Grupo 01			Grupo 02		
	1	2	3	4	5	6
Peso briqueta al aire, g	1223.5	1221.6	1222.6	1223.7	1221.6	1222.7
Peso briqueta S, S. saturada, g	1232.1	1231.3	1231.7	1242.1	1241.2	1241.7
Peso por desplazamiento, g	720.7	720.8	720.8	692.3	692.3	692.3
Volumen de la briqueta, cm ³	511.4	510.4	511.0	549.8	548.9	549.5
Peso unitario GEB, g/cm ³	2.392	2.393	2.393	2.226	2.226	2.226
Peso unitario GEB prom. g/cm ³	2.393			2.226		
Numero de Golpes	50			05		

Cálculos: Seleccionar al grupo con relación al N° de golpes

$$\text{Indice de compactibilidad} = \frac{1}{\text{GEB}[50] - \text{GEB}[05]}$$

$$\text{Indice de compactibilidad} = \frac{1}{2.393 - 2.226} = 5.99$$

Interpretación: De acuerdo con el ensayo de índice de compactibilidad es importante realizarlo porque a partir de ello sabremos la cantidad del número de golpes que debe recibir las briquetas.

4.5 Resultados de diseño de mezcla asfáltica modificada con fibrocemento y ceniza de tara.

Así mismo, los valores obtenidos al sustituir el fibrocemento y ceniza de tara en 1.0%, 1.5%, 2.5%, a la mezcla asfáltica para determinar su estabilidad, flujo y el daño producido por la humedad.

Tabla 19: Resultados del ensayo de Marshall con adición de fibrocemento y ceniza de tara

Ítems	Porcentaje de C.A según diseño			
	5.65% de C. A			
	0.0%	1.0%	1.5%	2.5%
Peso específico de Bulk	2.388	2.405	2.413	2.433
% vacíos	3.4	3.16	2.81	2.01
% vacíos agregado mineral	15.5	15.87	15.99	16.17
Relación betún vacíos (%)	76.7	80.11	82.46	87.58
Estabilidad (Kg)	1289.8	1271.9	1198.0	1256.0
Flujo (mm)	3.5	3.26	3.08	2.93

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los valores presentados nos indican los cambios de características mecánicas de la briqueta, eso dado en los ítems que se consideran como aspectos volumétricos de la mezcla. Con relación a lo que se va a experimentar, la estabilidad-flujo Marshall cuando se agrega el 1% de (F + CT), la estabilidad es 1271.9 kg, el flujo 3.26; cuando se añade el 1.5% de (F + CT), la estabilidad es de 1198 kg, el flujo 3.08; con 2.5% de (F + CT), la estabilidad es de 1256 kg, el flujo de 2.93 mm.

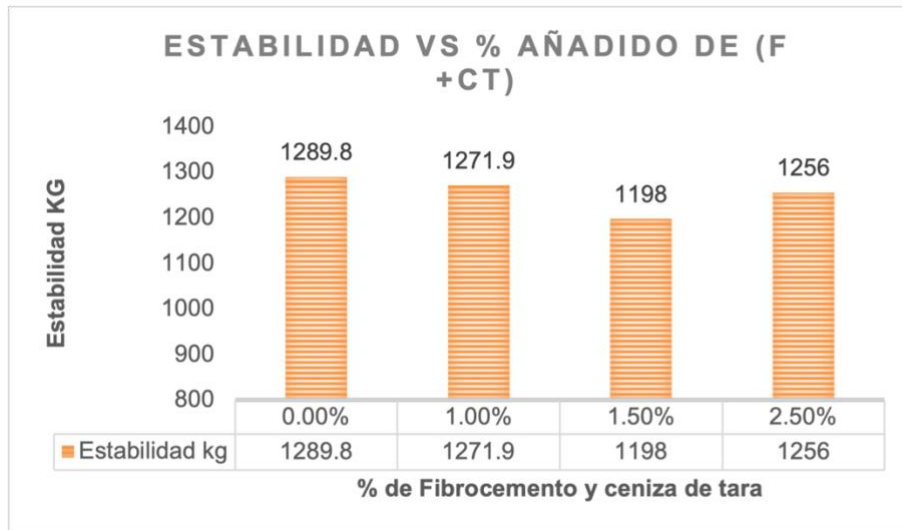


Figura 13: Grafica de resultados de estabilidad Marshall y % de fibrocemento +. Ceniza de tara.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica de barras nos indica que los valores de estabilidad Marshall tienen una variación cuando se añade el fibrocemento y ceniza de tara; al añadir los porcentajes de 1%, 1.5% y 2,5% la estabilidad son 1271.9 kg, 1198 kg, 1256 kg respectivamente, siendo el valor máximo de la estabilidad patrón.

tara los valores de % de vacíos son; 3.16%, 2.81% y 2.01% respectivamente, siendo el máximo porcentaje de la briqueta patrón con 3.4% de vacíos.

Previo a comenzar con el ensayo de TSR se procede a realizar el ensayo del N° de golpes de las caras de las briquetas para conocer el % de vacíos de los especímenes por las cantidades de golpes. En el siguiente grafico se presentan los valores.

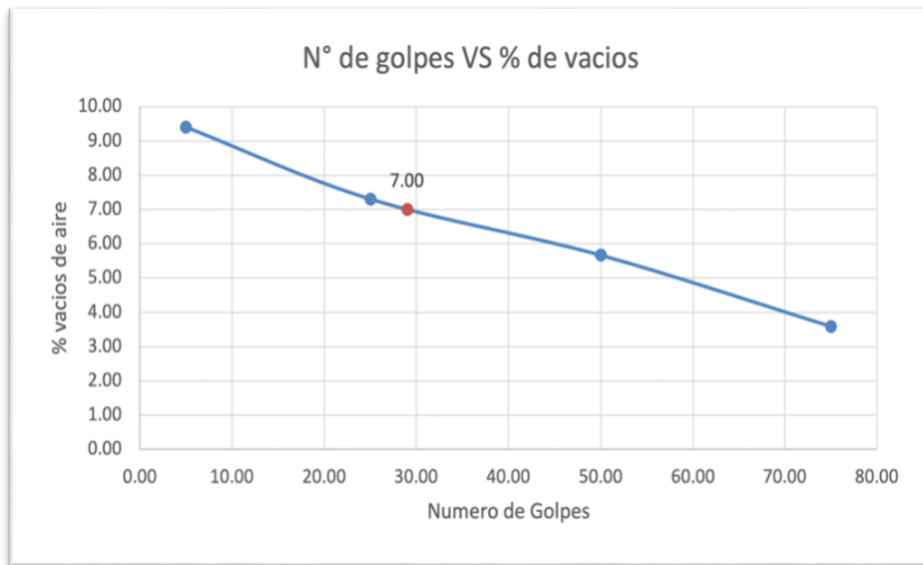


Figura 16: Curva de Numero de golpes y % de vacíos (MTC E 504).

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: los resultados demostraron que el N° de golpes que se va a emplear en cada cara de los especímenes es de 29 golpes, ya que cumple con la norma MTC E 504, dando de esta manera que el porcentaje de vacíos que indica la norma debe ser del 7% de vacíos con una desface de más menos 0.5%.

4.6. Resultado del ensayo de tracción indirecta para daño a la humedad

El siguiente ensayo se trata de someter las briquetas a humedad, se dividen las briquetas en dos grupos de 3 unidades, donde 3 fue inducido a congelación para pasar por la rotura, y los otros 3 últimos solo se rompe en seco. Los resultados fueron los siguientes

Tabla 20: Ensayo de TSR para el daño producido por la húmeda, Lotman.

ENSAYO DE LOTMAN RESISTENTE AL DAÑO POR HUMEDAD (TSR)		
Patrón		
ítems	Grupo Saturado	Grupo seco
% vacíos	7.3	7.2
Saturación (%)	63.7	--
Resistencia seca (kg/cm ²)	--	4.4
Resistencia húmeda (kg/cm ²)	3.6	
TSR %	82.7	

ENSAYO DE LOTMAN RESISTENTE AL DAÑO POR HUMEDAD (TSR)		
1.5%: (0.75 % F – 0.75% CT)		
ítems	Grupo Saturado	Grupo seco
% vacíos	6.0	6.1
Saturación (%)	79.7	--
Resistencia seca (kg/cm ²)	--	3.9
Resistencia húmeda (kg/cm ²)	3.1	
TSR %	79.6	

ENSAYO DE LOTMAN RESISTENTE AL DAÑO POR HUMEDAD (TSR)		
1%: 0.5 % F – 0.5% CT)		
ítems	Grupo Saturado	Grupo seco
% vacíos	6.3	6.9
Saturación (%)	61.9	--
Resistencia seca (kg/cm ²)	--	4.3
Resistencia húmeda (kg/cm ²)	3.5	
TSR %	81.2	

ENSAYO DE LOTMAN RESISTENTE AL DAÑO POR HUMEDAD (TSR)		
2.5%: (1.25 % F – 1.25% CT)		
ítems	Grupo Saturado	Grupo seco
% vacíos	5.2	5.0
Saturación (%)	94.2	--
Resistencia seca (kg/cm2)	--	3.4
Resistencia húmeda (kg/cm2)	2.6	
TSR %	76.7	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los ensayos con respecto al daño producido por la humedad demostraron que al utilizar el fibrocemento y ceniza de tara cuando las briquetas fueron sometidas a la saturación con agua, los valores de TSR en el patrón es de 82.7%, mientras que con el 1% de (F + CT) es de 81.2%, con 1.5 % de (F + CT) es de 79.6% y 76.7% cuando se añade el 2.5% de (F + CT).

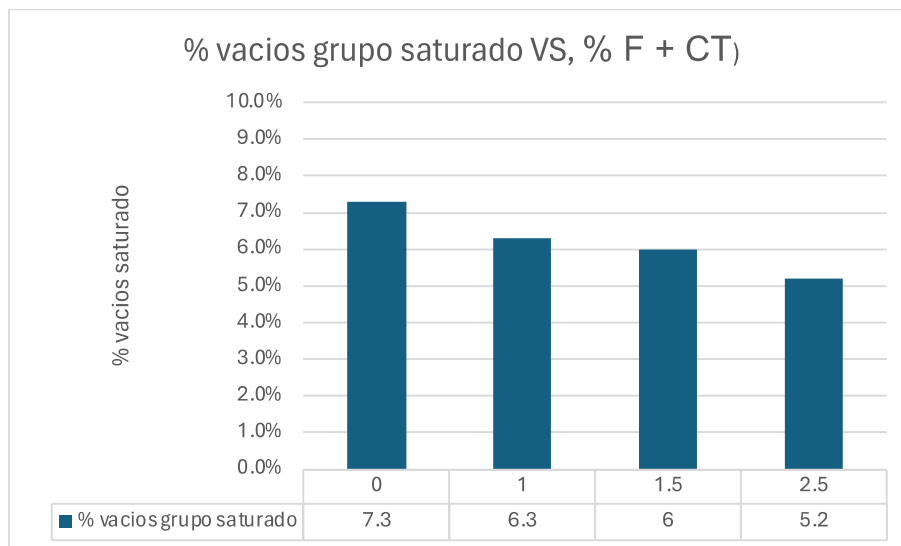


Figura 17: Relación de % de vacíos saturado de briqueta respecto al % de F + CT, mezcla modificada.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica indica que el porcentaje de vacíos en las muestras saturadas van disminuyendo al estar involucrado con más porcentajes de los

modificadores, el fibrocemento y ceniza de tara están cubriendo más espacios vacíos. En síntesis, la muestra patrón muestra que el % de vacíos saturado es de 7.3%, al añadir el 1.0% de F + CT el % de vacíos saturado es de 6.3%, en 1,5% el porcentaje de vacíos saturado es de 6.0% y 5.2% con 2.5% de F + CT.

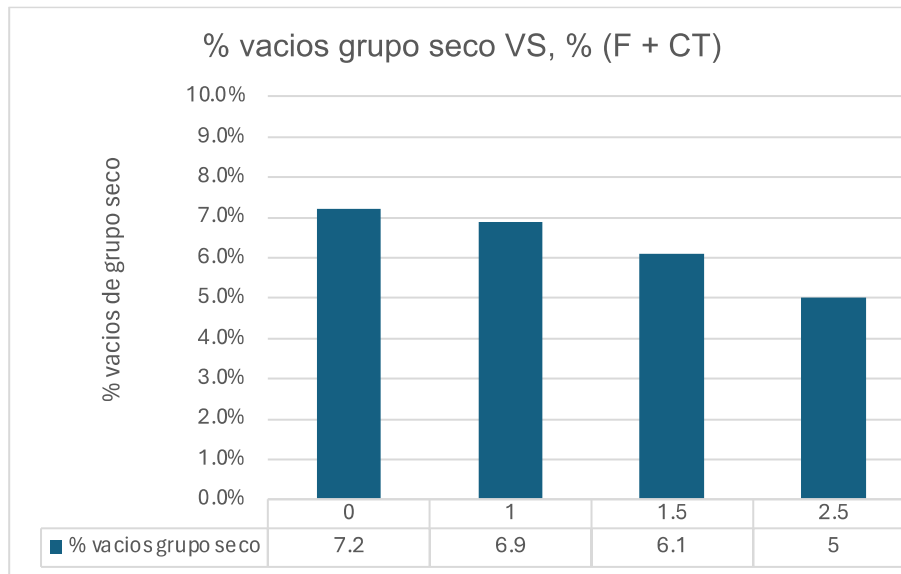


Figura 18: Relación de % de vacíos de briqueta seca con % de F + CT, mezcla modificada

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica indica que el % de vacíos de las briquetas secas desmullen cuando el porcentaje de fibrocemento y ceniza de tara van aumentando, en síntesis, la muestra patrón da como resultado 7.2%, cuando se añadieron los porcentajes de 1.0%, 1.5%, 2.5% de fibrocemento y ceniza de tara, los valores de % de vacíos en seco fueron 6.9%, 6.1% y 5.0% respectivamente.

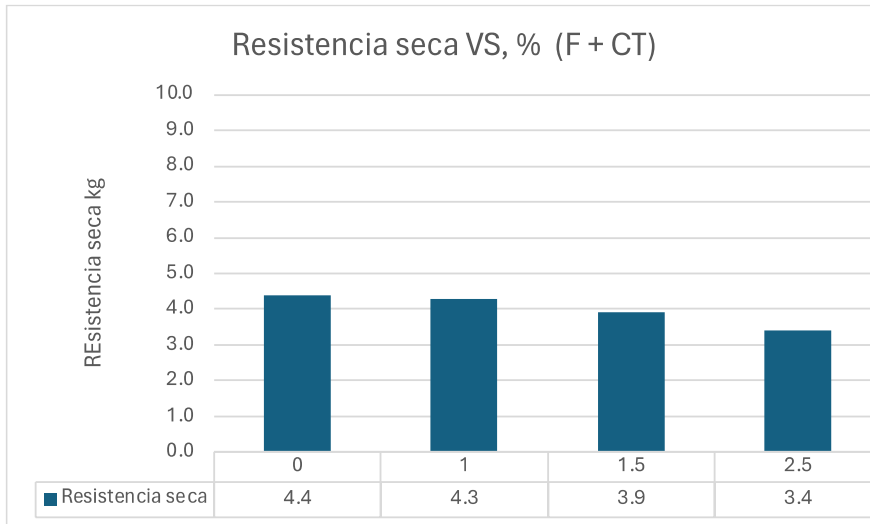


Figura 19: Relación de la resistencia de briqueta seca con % de F + CT, mezcla modificada

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica indica que la resistencia de la briqueta va disminuyendo cuando incrementa el porcentaje de los modificadores, la muestra patrón da una resistencia de 4.4 kg, al añadir el 1.0%, 1.5% y 2.5% las resistencias son 4.3 kg, 3.9 kg y 3.4 kg respectivamente.

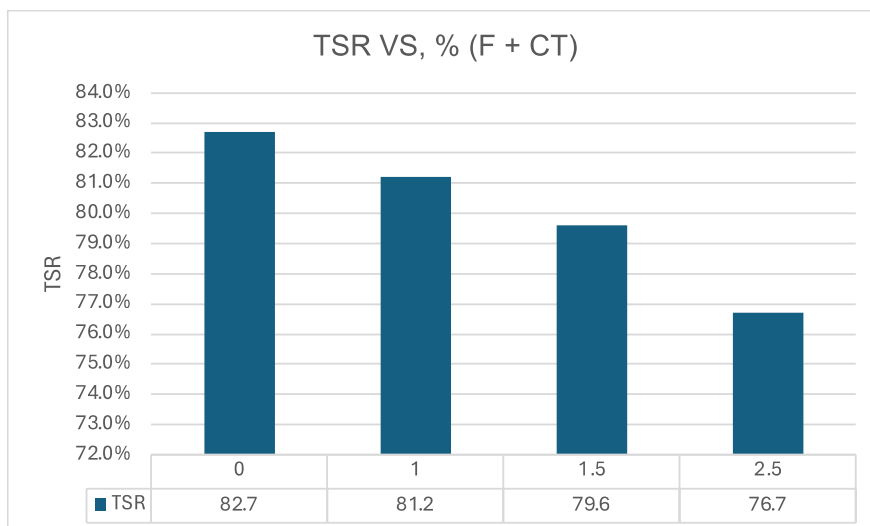


Figura 20: Relación de la Tracción indirecta (TSR) de briqueta con % de F + CT, mezcla modificada

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica indica que la resistencia a la Tracción indirecta (TSR) de la briqueta va disminuyendo cuando incrementa el porcentaje de los modificadores, en el ensayo de TSR la muestra patrón dio resultado de 82.75, al añadir el 1.0%, 1.5% y 2.5% los valores de TSR son 81.2%, 79.6% y 76.7% respectivamente.

Análisis descriptivo:

Tabla 21: Análisis descriptivo de las variables físicas y mecánicas hacia la dosificación porcentual

Estadísticos				
Dosificación %	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	TSR %	
0%	Media	3.5000	1289.3700	82.7000
	desviacion	0.00000	0.45902	0.00000
	Mínimo	3.50	1289.10	82.70
	Máximo	3.50	1289.90	82.70
	p25	3.5000	1289.1000	82.7000
	p50	3.5000	1289.1100	82.7000
	Media	326.0000	1272.0000	81.2000
1%	desviacion	1.73205	2.64575	0.00000
	Mínimo	325.00	1269.00	81.20
	Máximo	328.00	1274.00	81.20
	p25	325.0000	1269.0000	81.2000
	p50	325.0000	1273.0000	81.2000
	Media	106.0400	1195.0000	557.2000
	desviacion	178.36659	5.56776	413.61373
1.50%	Mínimo	3.05	1189.00	79.60
	Máximo	312.00	1200.00	796.00
	p25	3.0500	1189.0000	79.6000
	p50	3.0700	1196.0000	796.0000
	Media	2.9300	1256.0000	76.7000
	desviacion	0.01732	12.16553	0.00000
	Mínimo	2.92	1248.00	76.70
2.50%	Máximo	2.95	1270.00	76.70
	p25	2.9200	1248.0000	76.7000
	p50	2.9200	1250.0000	76.7000

Para la dosificación del 0%, se observa que el flujo promedio fue de 3.5 mm con una estabilidad de 1289.37 kg y un TSR del 82.7%. Los valores mínimos y máximos se mantuvieron constantes en 3.5 mm para el flujo y 1289.1 kg para la estabilidad, lo que indica una consistencia en los resultados. En el percentil 50 (p50), se mantiene la

dosificación y los valores de flujo y estabilidad, lo que sugiere una uniformidad en los resultados a lo largo de la muestra.

Para la dosificación del 1%, se evidencia una disminución significativa en el flujo y la estabilidad, con un flujo promedio de 326 mm y una estabilidad de 1272 kg, mientras que el TSR se reduce al 81.2%. Aunque los valores mínimos y máximos se mantienen en una gama estrecha, la dispersión de los datos aumenta, como lo indica la desviación estándar, lo que sugiere una mayor variabilidad en los resultados.

En el caso de la dosificación del 1.50%, se registra un aumento drástico en el flujo y la estabilidad, con un flujo promedio de 106.04 mm y una estabilidad de 1195 kg, pero un TSR inusualmente alto del 557.2%. Esto indica una posible influencia atípica en los resultados, como se refleja en la amplia desviación estándar.

Para la dosificación del 2.50%, se observa una disminución en el flujo y la estabilidad, con un flujo promedio de 2.93 mm y una estabilidad de 1256 kg, mientras que el TSR alcanza el 76.7%. Los valores mínimos y máximos se mantienen consistentes, pero la dispersión de los datos disminuye notablemente, lo que sugiere una mayor consistencia en los resultados a pesar de la reducción en los valores promedio.

Prueba de normalidad:

Tabla 22: *Análisis de normalidad de las variables mecánicas hacia la dosificación porcentual*

H0: si hay normalidad (Anova)

H1: no hay normalidad (Cruskal wallis)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	P valor	Estadístico	gl	P valor
Flujo (mm)	0.417	12	0.761	0.617	12	0.494
Estabilidad (kg)	0.247	12	0.412	0.827	12	0.194
TSR %	0.496	12	0.277	0.472	12	0.111

P valor < 0.05 acepta h1

P valor > 0.05 rechazamos h1 aceptamos h0

Para las pruebas de normalidad utilizando el método de Shapiro-Wilk, los resultados muestran que para todas las variables (flujo en mm, estabilidad en kg y TSR %), los p valor > 0.05. Esto sugiere que hay suficiente evidencia para aceptar la hipótesis

alterna de normalidad para todas las variables analizadas. Presentan una distribución en forma de gauss, por lo que se tomara pruebas paramétricas.

Análisis de la varianza:

Hipótesis específica 1:

H1: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

Ho: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral NO influye significativamente en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

Análisis de la varianza:

Tabla 23: Análisis de variabilidad sobre el flujo en base al porcentaje fibrocemento y ceniza de tara.

ANOVA					
Flujo (mm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	208431.994	3	69477.331	8.734	0.007
Dentro de grupos	63635.283	8	7954.410		
Total	272067.277	11			

P valor < 0.05 aceptamos h1

P valor > 0.05 rechazamos h1

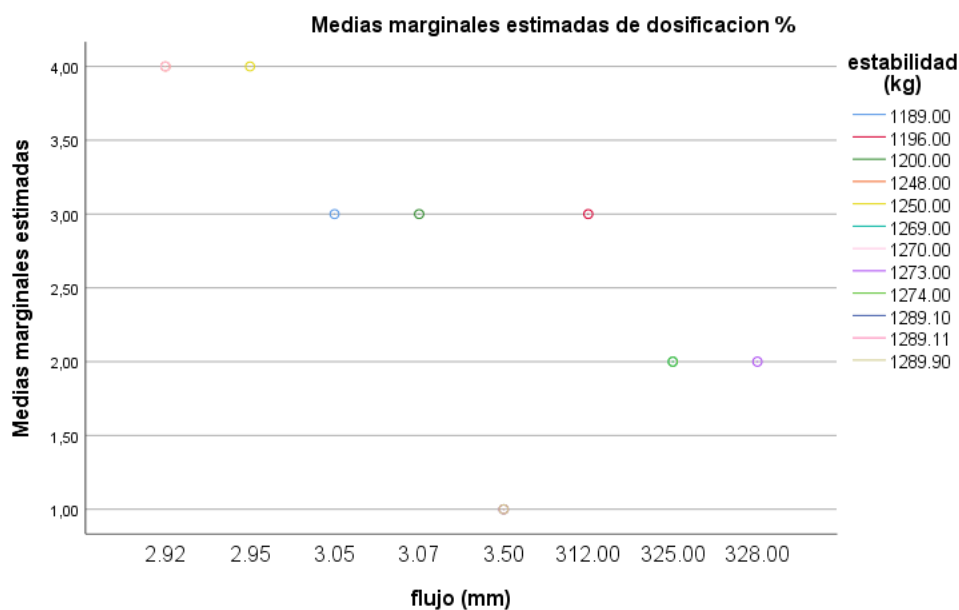
Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: HSD Tukey					
(I) dosificación %	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior

0%	1%	- 322,50000*	72.82129	0.009	- 555.6994	-89.3006
	1.5%	- 102.54000	72.82129	0.529	- 335.7394	130.6594
	2.5%	0.57000	72.82129	1.000	- 232.6294	233.7694
1%	0%	322,50000*	72.82129	0.009	89.3006	555.6994
	1.5%	219.96000	72.82129	0.065	-13.2394	453.1594
	2.5%	323,07000*	72.82129	0.009	89.8706	556.2694
1.5%	0%	102.54000	72.82129	0.529	- 130.6594	335.7394
	1%	- 219.96000	72.82129	0.065	- 453.1594	13.2394
	2.5%	103.11000	72.82129	0.524	- 130.0894	336.3094
2.5%	0%	-0.57000	72.82129	1.000	- 233.7694	232.6294
	1%	- 323,07000*	72.82129	0.009	- 556.2694	-89.8706
	1.5%	- 103.11000	72.82129	0.524	- 336.3094	130.0894

Flujo (mm)

HSD Tukey

dosificación %	N	Subconjunto para alfa = 0.05
2.5%	3	2.9300
0%	3	3.5000
1.5%	3	106.0400
1%	3	326.0000



Las medias no estimables no se representan.

Figura 21: Figuras de medias

El análisis de varianza (ANOVA) muestra una diferencia significativa en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica caliente según las distintas dosificaciones de fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral ($p = 0.007$). Esto sugiere que la cantidad de estos materiales influye notablemente en la fluidez del asfalto. Las pruebas de comparaciones múltiples, a través de la prueba HSD de Tukey, refuerzan estos hallazgos al revelar diferencias significativas en el flujo entre las diferentes dosificaciones. También se encontró que la dosificación del 0% difiere significativamente del 1% y del 2.5%, lo que indica que la ausencia de fibrocemento y ceniza de tara resulta en un flujo distinto en comparación con las mezclas que contienen estos materiales. En conjunto, estos resultados respaldan la hipótesis alternativa (H1), concluyendo que tanto la presencia como la cantidad de fibrocemento y ceniza de tara ejercen una influencia significativa en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica caliente.

la dosificación que parece ser más eficiente en términos de flujo en la mezcla asfáltica caliente es aquella con una dosificación del 1%, ya que presenta un flujo promedio de 326 mm, el cual es más alto en comparación con las otras dosificaciones. Además, las pruebas de comparaciones múltiples indican que esta dosificación del 1% difiere significativamente del resto, sugiriendo que es la óptima en términos de fluidez en la mezcla asfáltica.

Hipótesis específica 2:

Análisis de la varianza:

H2: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

Ho: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral NO influye significativamente en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

Tabla 24: Análisis de variabilidad sobre el flujo en base al porcentaje fibrocemento y ceniza de tara.

ANOVA					
Estabilidad (kg)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15170.228	3	5056.743	108.624	0.000
Dentro de grupos	372.421	8	46.553		
Total	15542.649	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente:
HSD Tukey

(I) Dosificación %		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	1%	17.37000	5.57092	0.056	-0.4700	35.2100
	1.5%	94,37000*	5.57092	0.000	76.5300	112.2100
	2.5%	33,37000*	5.57092	0.001	15.5300	51.2100
1%	0%	-17.37000	5.57092	0.056	-35.2100	0.4700
	1.5%	77,00000*	5.57092	0.000	59.1600	94.8400
	2.5%	16.00000	5.57092	0.080	-1.8400	33.8400
1.5%	0%	-94,37000*	5.57092	0.000	-112.2100	-76.5300
	1%	-77,00000*	5.57092	0.000	-94.8400	-59.1600
	2.5%	-61,00000*	5.57092	0.000	-78.8400	-43.1600
2.5%	0%	-33,37000*	5.57092	0.001	-51.2100	-15.5300
	1%	-16.00000	5.57092	0.080	-33.8400	1.8400
	1.5%	61,00000*	5.57092	0.000	43.1600	78.8400

Estabilidad (kg)

HSD Tukey

Dosificación %	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
1.5%	3	1195.0000			
2.5%	3	1256.0000			
1%	3	1272.0000			
0%	3	1289.3700			
Sig.		1.000	0.080	0.056	

El análisis de varianza (ANOVA) indica una diferencia altamente significativa en la propiedad mecánica de estabilidad en la mezcla asfáltica caliente entre las diferentes dosificaciones de fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral ($p = 0.000$). Esto sugiere que la cantidad de estos materiales influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica. Las comparaciones múltiples a través de la prueba HSD de Tukey revelan diferencias significativas en la estabilidad entre varias dosificaciones. La dosificación del 1.5% difiere significativamente del resto de las dosificaciones, mientras que la dosificación del 2.5% también muestra diferencias significativas con respecto a las dosificaciones del 0% y del 1%. Esto respalda la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que la presencia y la cantidad de fibrocemento y ceniza de tara ejercen una influencia significativa en la propiedad mecánica de estabilidad en la mezcla asfáltica caliente.

En cuanto a la eficiencia, la dosificación del 1.5% es la más eficiente en términos de estabilidad, ya que presenta el valor más alto de estabilidad (1195 kg) en comparación con las otras dosificaciones. Aunque la dosificación del 2.5% también muestra una estabilidad alta (1256 kg), las pruebas de comparaciones múltiples indican que esta dosificación difiere significativamente de la del 1.5%, sugiriendo que el 1.5% es más eficiente en términos de estabilidad.

Hipótesis específica 3:

Análisis de la varianza:

H3: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

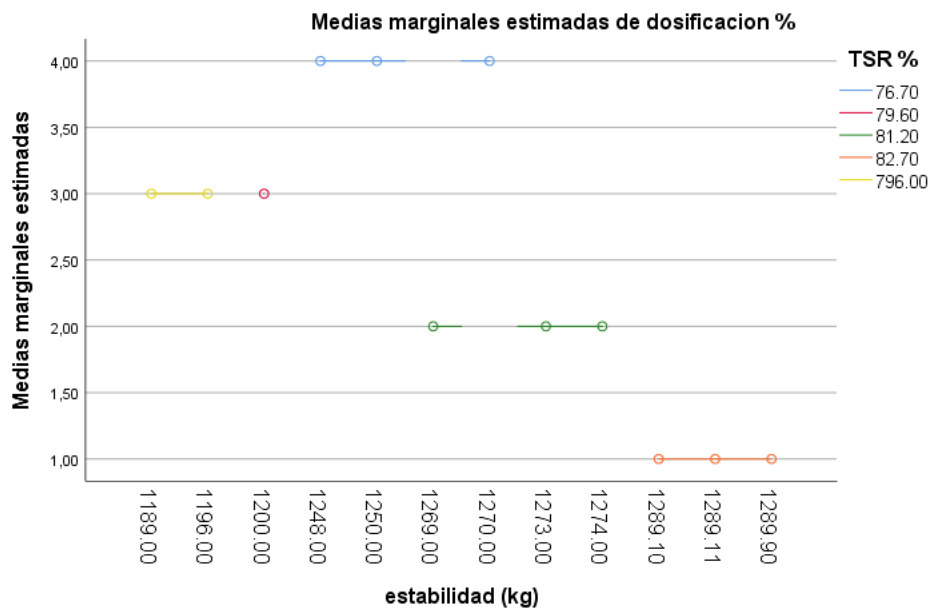
H0: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral NO influye significativamente en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023

Tabla 25: Análisis de variabilidad sobre el TSR en base al porcentaje fibrocemento y ceniza de tara

ANOVA					
TSR %					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	511998.750	3	170666.250	3.990	0.002
Dentro de grupos	342152.640	8	42769.080		
Total	854151.390	11			

c						
Variable dependiente: HSD Tukey						
(I) Dosificación %	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
0%	1%	1.50000	168.85710	1.000	-539.2399	542.2399
	1.5%	-	168.85710	0.087	-	66.2399
	2.5%	474.50000	168.85710	1.000	1015.2399	546.7399
1%	0%	-1.50000	168.85710	1.000	-542.2399	539.2399
	1.5%	-	168.85710	0.086	-	64.7399
	2.5%	476.00000	168.85710	1.000	1016.7399	545.2399
1.5%	0%	474.50000	168.85710	0.087	-66.2399	1015.2399
	1%	476.00000	168.85710	0.086	-64.7399	1016.7399
	2.5%	480.50000	168.85710	0.083	-60.2399	1021.2399
2.5%	0%	-6.00000	168.85710	1.000	-546.7399	534.7399
	1%	-4.50000	168.85710	1.000	-545.2399	536.2399
	1.5%	-	168.85710	0.083	-	60.2399

TSR %		
HSD Tukey		
Dosificación %	N	Subconjunto para alfa = 0.05
2.5%	3	76.7000
1%	3	81.2000
0%	3	82.7000
1.5%	3	557.2000
Sig.		0.083 0.001



Las medias no estimables no se representan.

El análisis de varianza (ANOVA) revela una diferencia significativa en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad entre las diferentes dosificaciones de fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral ($p = 0.002$). Esto indica que la cantidad de estos materiales sí influye de manera significativa en la resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica caliente. Las comparaciones múltiples realizadas mediante la prueba HSD de Tukey confirman esta observación, ya que se encontraron diferencias significativas en la resistencia al daño por humedad entre varias dosificaciones. La dosificación del 1.5% difiere significativamente del resto de las dosificaciones, y la dosificación del 2.5% también muestra diferencias significativas con respecto a las dosificaciones del 0%, 1%, y 1.5%. Estos resultados respaldan la hipótesis alternativa (H1), concluyendo que la presencia y cantidad de fibrocemento y ceniza de tara ejercen una influencia significativa en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad en la mezcla asfáltica caliente.

En cuanto a la eficiencia, la dosificación del 1% es la más eficiente en términos de resistencia al daño por humedad, ya que tiene el valor más alto de TSR % (81.2%) en comparación con las otras dosificaciones. Además, esta dosificación del 1% difiere significativamente de las dosificaciones del 0% y del 1.5%, lo que sugiere que puede ser la óptima en términos de resistencia al daño por humedad.

V. DISCUSION

En el ámbito internacional, Turquía, Sengul et al. (2022) llevaron a cabo un estudio experimental titulado "El efecto de las formas y proporciones de mezcla de cal hidratada sobre el rendimiento de pavimentos de asfalto", donde analizaron el daño por humedad y su resistencia en pavimentos asfálticos con adición de cal hidratada (HC). Utilizando el método Marshall y el método Lottman, agregaron cal hidratada al cemento asfáltico en proporciones de 10%, 20% y 30%, observando un incremento en el TSR y una mejora en los daños por humedad al añadir cantidades menores de cal hidratada. Contrastando estos resultados con los nuestros, encontramos que la adición de fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente también influye significativamente en sus propiedades mecánicas. En particular, observamos una diferencia significativa en el flujo, la estabilidad y la resistencia al daño por humedad en función de las diferentes dosificaciones de estos materiales. Nuestros hallazgos respaldan la importancia de la adición de materiales minerales para mejorar las propiedades mecánicas del asfalto. En términos de eficiencia, encontramos que las dosificaciones del 1% y del 1.5% son las óptimas en cuanto a flujo, estabilidad y resistencia al daño por humedad, lo que sugiere que cantidades moderadas de fibrocemento y ceniza de tara pueden mejorar significativamente el rendimiento de la mezcla asfáltica caliente en condiciones similares a las estudiadas por Sengul et al. (2022). Estos resultados contribuyen en el campo de la ingeniería de pavimentos, destacando la importancia de considerar la composición de la mezcla asfáltica para optimizar su rendimiento mecánico y su resistencia a factores ambientales adversos.

La investigación de Asim et al. (2022), sobre el uso de bentonita hidrófila de nanoarcilla como aditivo para mejorar las propiedades mecánicas del asfalto revela hallazgos significativos. Los hallazgos indicaron que la adición progresiva de nanoarcilla influye positivamente en el flujo, la estabilidad y la resistencia al daño por humedad del asfalto. Se observaron diferencias significativas entre las dosificaciones de nanoarcilla, destacando la eficiencia de la dosificación del 1% en términos de flujo, estabilidad y resistencia al daño por humedad. Estos efectos tienen implicaciones importantes para el diseño de mezclas asfálticas, subrayando la importancia de considerar cuidadosamente la dosificación óptima de nanoarcilla para mejorar las

características mecánicas del asfalto en la construcción de carreteras.

El estudio de Jimenes (2021) en Cartago, Costa Rica, sobre la modificación de mezclas pétreas con fibras de bambú revela efectos significativos en las cualidades mecánicas. La incorporación de fibras de bambú afectó la densidad de la mezcla, los porcentajes de vacíos y la resistencia al daño por humedad, con una disminución en la cohesividad bajo ciertas condiciones. Se observaron cambios en los parámetros volumétricos, incumpliendo estándares de la norma AASHTO M 323-17, aunque se mejoró la resistencia al esfuerzo de tracción, fatiga y daño por humedad, recomendando dosificaciones específicas. Los resultados estadísticos y de pruebas de normalidad respaldan estas observaciones, destacando diferencias significativas en el flujo, estabilidad y resistencia al daño por humedad según las dosificaciones. La eficiencia varió según la propiedad evaluada, con dosificaciones óptimas identificadas para cada una. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar cuidadosamente la unión de fibras de bambú en las mezclas asfálticas, así como la dosificación adecuada para mejorar las propiedades mecánicas según los requerimientos específicos de la aplicación.

El estudio realizado por Cetin (2021) en la ciudad de Bartin, Turquía, investigó los efectos de los aditivos de relleno, como las cenizas volantes y la cal hidratada, sobre el daño por humedad en mezclas bituminosas de masilla de piedra. Los resultados demostraron que la presencia y cantidad de estos aditivos influyen significativamente en diversas propiedades mecánicas, como el flujo, la estabilidad y la resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica caliente. Específicamente, se observó que las dosificaciones del 1% fueron las más eficientes en términos de flujo y estabilidad, mientras que la dosificación del 1% también mostró la mejor resistencia al daño por humedad. Estos hallazgos sugieren la importancia de considerar cuidadosamente la cantidad y tipo de aditivos de relleno en la formulación de mezclas bituminosas para mejorar la durabilidad y rendimiento de los pavimentos.

El estudio realizado por De la Cruz (2019) sobre la estabilización de mezclas asfálticas utilizando fibras de basalto ofrece una perspectiva interesante sobre el impacto de este material en la mejora de las propiedades del pavimento flexible. Al reemplazar la

fibra celulosa con fibras de basalto en diferentes proporciones, se observó un aumento significativo en los espacios vacíos en el árido mineral y en los huecos en la mezcla asfáltica compactada. Además, se evidenció una mejora en la resistencia al daño por humedad, representada por un valor más alto de TSR %. Estos hallazgos sugieren que la incorporación de fibras de basalto puede ser una estrategia efectiva para mejorar la durabilidad y resistencia de los pavimentos flexibles.

El trabajo de Mariano (2021) sobre la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar y fibra de cáscara de caña de azúcar en mezclas asfálticas SMA proporciona información valiosa sobre los efectos de estos aditivos en las propiedades mecánicas del asfalto. Aunque se observó una disminución en el escurrimiento de la mezcla y una ligera reducción en la rigidez, los resultados mostraron una baja eficacia en la reducción de la susceptibilidad al daño por humedad. Esto indica que, si bien estos aditivos pueden influir en ciertos aspectos del desempeño mecánico del asfalto, su capacidad para mejorar la elasticidad y resistencia al daño por humedad puede ser limitada.

El estudio llevado a cabo por Aduato (2022) sobre la adición de ceniza de caña de maíz en mezclas asfálticas ofrece información relevante sobre el comportamiento mecánico de estas mezclas. Los resultados indican que la ceniza de caña de maíz puede mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, especialmente en términos de flujo-estabilidad y resistencia al daño por humedad. La observación de que incluso pequeñas cantidades de ceniza pueden tener un impacto significativo en las propiedades del asfalto sugiere que este material contenga propiedades de endurecimiento como es lo es la puzolánica, ya que estas pueden ser beneficiosas para la mezcla.

VI. CONCLUSIONES

El análisis de varianza reveló una diferencia significativa en el flujo de la mezcla asfáltica caliente según las diferentes dosificaciones de fibrocemento y ceniza de tara. La presencia y la cantidad de estos materiales ejercen una influencia notable en la fluidez del asfalto, lo que sugiere que la dosificación adecuada puede optimizar esta propiedad mecánica. Específicamente, se observó que la dosificación del 1% resultó en el mayor flujo promedio, lo que la posiciona como la más eficiente en términos de facilidad de colocación y compactación del pavimento.

La dosificación de fibrocemento y ceniza de tara también influyó significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica caliente. Se halló una disimilitud altamente significativa entre las diferentes dosificaciones, lo que indica que la cantidad de estos materiales tiene un impacto directo en la resistencia estructural del pavimento. La dosificación del 1.5% se destacó como la más eficiente en términos de estabilidad, mostrando el valor más alto en comparación con las otras dosificaciones.

La propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad también fue afectada por la dosificación de fibrocemento y ceniza de tara. Se observó una disconformidad relevante entre las dosificaciones en términos de su resistencia a la acción del agua, lo que sugiere que estos materiales pueden desempeñar un papel crucial en la durabilidad del pavimento frente a condiciones climáticas adversas. La dosificación del 1% mostró el valor más alto de TSR %, lo que indica una mayor resistencia al deterioro causado por la humedad.

A lo largo del análisis descriptivo y de varianza, se observó una consistencia en los resultados, lo que sugiere una replicabilidad y confiabilidad en las mediciones realizadas. A pesar de las diferencias entre las dosificaciones, se mantuvo una coherencia en los valores mínimos, máximos y promedio para cada propiedad mecánica evaluada, lo que respalda la validez de los hallazgos obtenidos.

El desenlace de este análisis experimental tiene relevantes implicaciones para el diseño y la formulación de mezclas asfálticas en proyectos de pavimentación. La dosificación adecuada de fibrocemento y ceniza de tara puede influir significativamente en las propiedades mecánicas clave de la mezcla, como el flujo, la

estabilidad y la resistencia al daño por humedad. Por lo tanto, los ingenieros de pavimentos pueden utilizar esta información para optimizar la estructuración de las mezclas asfálticas, mejorando así la calidad y durabilidad del pavimento en carreteras y calles.

Los ensayos de gravedad específica y absorción del agregado grueso y fino, junto con el análisis granulométrico, revelan detalles importantes sobre la calidad y adecuación de los agregados para la elaboración de mezclas asfálticas. La baja absorción y la distribución granulométrica dentro de los límites establecidos indican que los agregados cumplen con los requisitos necesarios para garantizar una buena compactación y resistencia mecánica en la mezcla asfáltica final. Además, la determinación de la gravedad específica proporciona información valiosa sobre la densidad de la mezcla y su capacidad para resistir la infiltración de agua y otros agentes externos, lo que es fundamental para la durabilidad del pavimento.

Los resultados obtenidos en los ensayos de gravedad específica de la mezcla asfáltica, absorción y asfalto efectivo revelan que la absorción de los agregados en la mezcla es superior al 2% en todas las variaciones de cemento asfáltico. Esta mayor absorción puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad de la mezcla, ya que aumenta la susceptibilidad a la humedad y reduce la adherencia entre los agregados y el ligante asfáltico. Por lo tanto, es crucial ajustar las proporciones de los materiales y seleccionar cuidadosamente el tipo de ligante para garantizar un rendimiento óptimo de la mezcla asfáltica en servicio.

Los estudios sobre la adición de aditivos, como la ceniza de tara, muestran un potencial prometedor para mejorar las características mecánicas y químicas del asfalto. El análisis de los componentes químicos de la ceniza de tara revela la presencia de óxidos que pueden contribuir con el vigor y durabilidad de la mezcla asfáltica. En particular, la presencia de óxido de potasio, calcio y fosfato puede actuar como agentes de mejora de la adherencia, la cohesión y la resistencia al desgaste, lo que resulta en una mayor duración del pavimento y una reducción de los gastos generados en el mantenimiento a largo plazo.

Los estudios sobre la adición de modificadores, como el fibrocemento, muestran un potencial que se compromete a mejorar las características mecánicas y químicas del

asfalto. El análisis de los componentes químicos del fibrocemento expone resultados con presencia de óxidos que pueden contribuir con la capacidad resistente ante temperaturas de altas y bajas. En particular, la presencia de óxido de calcio puede actuar como agentes de mejora de la resistencia al desgaste y el endurecimiento rápido lo que resulta en una mayor duración del pavimento.

Los resultados de los ensayos de gravedad específica, absorción y asfalto efectivo destacan la importancia de la optimización de las mezclas asfálticas para garantizar su rendimiento óptimo en servicio. Ajustar las proporciones de los materiales, incluido el tipo y la cantidad de ligante asfáltico, es fundamental para controlar la absorción de los agregados y mejorar la resistencia a la humedad de la mezcla. Además, la selección cuidadosa de los aditivos, como la ceniza de tara, puede contribuir a mejorar las propiedades mecánicas y químicas del asfalto, aumentando su durabilidad y reduciendo los costos de mantenimiento a largo plazo.

A pesar de su potencial para amplificar las características de las mezclas pétreas, la implementación de aditivos naturales, como la ceniza de tara y fibrocemento, estas presentan desafíos técnicos, económicos y logísticos. Es necesario realizar estudios adicionales para determinar la viabilidad económica y técnica de la producción a gran escala de aditivos naturales e fibrosos y su incorporación en las plantas de mezclado de asfalto. Además, se deben abordar preocupaciones relacionadas con la disponibilidad y la calidad del material, así como los requisitos de procesamiento y almacenamiento, para garantizar un suministro constante y confiable de aditivo para la industria de la pavimentación

VII. RECOMENDACIONES

Investigación adicional sobre aditivos y tecnologías emergentes: Se sugiere explorar el potencial de otros aditivos y tecnologías emergentes que puedan complementar o mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica. Esto podría incluir el estudio de aditivos naturales o sintéticos que mejoren la durabilidad, resistencia y sostenibilidad de la mezcla, así como el uso de tecnologías innovadoras de producción y colocación de pavimentos

Optimización de la dosificación de fibrocemento y ceniza de tara cual se sugiere realizar análisis adicionales para delimitar la dosificación óptima de fibrocemento y ceniza de tara que maximice las propiedades mecánicas deseadas de la mezcla asfáltica. Esto podría implicar la realización de pruebas adicionales con diferentes niveles de dosificación para identificar la combinación más eficiente en términos de la fluencia, estabilidad y la susceptibilidad al daño por humedad.

Para asegurar la implementación efectiva de prácticas de control de calidad en la elaboración de la mezcla asfáltica, es crucial establecer y adherirse estrictamente a estas prácticas durante todo el proceso de construcción. Esto implica capacitar al personal adecuadamente, calibrar los equipos de medición de manera regular, y realizar pruebas tanto en el laboratorio como en el campo. De esta manera, se garantiza que la mezcla cumpla con las especificaciones técnicas y de rendimiento establecidas.

Es fundamental fomentar el intercambio de conocimientos y experiencias entre profesionales del sector, investigadores y entidades gubernamentales involucradas en el desarrollo y mantenimiento de carreteras. Este intercambio facilitará la difusión de buenas prácticas, lecciones aprendidas y avances tecnológicos en el campo de las mezclas asfálticas, contribuyendo de manera significativa a mejorar constantemente la calidad y durabilidad de las infraestructuras viales.

REFERENCIAS

ADAUTO, Rosario. (2019). *Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz*. [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma]. Lima. 80 pp.

ALADEGBOYE, O. [et al]. *Evaluation of volumetric properties of cassava peel ash modified asphalt mixtures*. Civil Engineering Journal, 2022, vol. 8, N° 10, pp. 2110-2124.

ALTAMIRANO, Jarvis del Pilar y ROBLEDO, Kassandra. (2020). *Influencia de la ceniza de paja de arroz en las propiedades físicas mecánicas de mezclas asfálticas en caliente*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Moyobamba. Pp. 165.

ASIM, Hussai, THAMER, Abdulrasoo, YASIR, Kadhim. *Using nanoclay hydrophilic bentonite as a filler to enhance the mechanical properties of asphalt*. Journal of Applied Engineering Science, 2022, Vol. 20, N° 1. Disponible en <https://doi.org/10.5937/jaes20-35111> DOI: 10.5937/jaes0-35111

CETIN, Altan 2021. The effect of filler additives on moisture damage in stone mastic asphalt (SMA) mixtures. CE Bartin University, Turquia, 2021, Vol. 73, N° 12. Disponible en <https://doi.org/10.14256/JCE.3321.2021>

DELGADO, Johnny. (2020). *Influencia de la fibra de bambu en las propiedades de mezcla asfáltica en caliente*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Callao. Pp. 120

HADDAD, M.A., KHEDAYWI, T.S. (2023). *Moisture resistance of olive husk ash modified asphalt mixtures*. Annales de Chimie - Science des Matériaux, Vol. 47, No. 3, pp. 141-149. <https://doi.org/10.18280/acsm.470303>

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian P. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. 1.ª ed. Mexico: Mc Graw-Hill, 2018 [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292> ISBN: 9781456260965

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.^a ed. México: Mc Graw-Hill, abril, 2014 [fecha de consulta: 03 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf> ISBN: 9781456223960

KIKUT, Karina, ELIZONDO, Ana y BALDI, Alejandra. *Beneficio del uso de cal hidratada en mezclas asfálticas*. Infraestructura Vial. Infraestructura Vial [en línea]. Vol. 22, Julio 2020, N° 39. [Fecha aprobada: 01 de julio 2020]. pp. 12-19. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v22n39/2215-3705-infraestructura-22-39-12.pdf> ISSN: 2215-3705

LARREA, Maiky. (2023). *Diseño de mezcla asfáltica adicionando cenizas de cascarilla de oryza sativa*. [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipan]. Pimentel. 179 pp.

NEDURI, Prabhanjan, [et al]. (2020). *Strength evaluation of glass powder impregnated asphalt mix*. Material Today: Proceeding, India, 2020, Vol. 39. [Fecha aceptada: 21 de septiembre 2020]. Pp. 771-775. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320372229>

OYEDEPO, O. [et al]. *Evaluation of the Strength Properties of Asphalt Concrete using Natural Fibres as Reinforcing Additives*. Nigerian Journal of technological development, 2021, vol. 18, N° 4. [Fecha aprobada: 24 de octubre 2021]. pp. 302-311. Diponible en <https://www.ajol.info/index.php/njtd/article/view/221131> ISSN: 0189-9546

PADILLA, Alejandro, 2004. Mezclas asfálticas [en línea. Universidad Politécnica de Catalunya barcelonatech. Mexico. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/3334>

PEÑA, Juan. (2019). *Desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas volantes provenientes de la termoeléctrica de Ilo*. [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma]. Lima. 134 pp.

POMARI, Cristian (2022). *Influencia de la ceniza del tronco de eucalipto en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente*, [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar

Vallejo]. Lima. 123 pp.

SALAS, K. YLLATUPA, 2019. Filler de diatomita en el diseño de mezcla asfáltica en caliente mediante método Marshall, en el laboratorio de mecánica de suelos de la escuela profesional de ingeniería civil, ciudad cusco. p. 99.

SANTA CRUZ, David. (2023). Desempeño mecánico de mezclas asfálticas en caliente utilizando fibras de aramida y poliolefina. [Tesis de Maestro, Universidad Ricardo Palma]. Lima. Pp. 144.

SENGUL, Caleleddin. [et al]. *The Effect of Hydrated Lime Mixing Forms and Ratios on Performance in Asphalt Pavements*. Teknik Dergi, 2022, Vol. 33, N°4. [Fecha aprobada: 8 de abril 2020]. Pp. 12243-12263. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ma15103715>

3.7.1.

VENEGAS, Martínez. [et al]. *Evaluation of Jatropha curcas and Pistachio Shell Particles as Modifier for Asphalt Binder*. Applied Sciences 2021, Vol. 11, N° 3. [Fecha aceptada: 23 de enero 2021]. Pp.13. Disponible en <https://doi.org/10.3390/app11031151>

DOKUZLAR, G, DÜNDAR, B. YURT, Ü (2023). “Effect of recycled asphalt waste on mechanical properties of alkali-activated mortars”. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering* [Preprint]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/09544089231191621>.

La Tara: beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales’ CONDESAN. Disponible en: <https://condesan.org/recursos/la-tara-beneficios-ambientales-recomendaciones-manejo-sostenible-relictos-bosque-sistemas-agroforestales/>

LOZADA, J. (2014) ‘Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria’, *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), pp. 47–50.

MATAS, A. (2018) 'Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión', *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), pp. 38–47.

¿Qué es el fibrocemento? - *Blog J.M. NAVARRO*. Disponible en:
<https://www.jmnavarrosl.com/blog/que-es-el-fibrocemento.html>

VIRLA, M. (2020) 'Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 3 : Resultados de ensayos

Anexo 4: Informe de composición química de ceniza de tara

Anexo 5: Informe de composición química de fibrocemento.

Anexo 6: Granulometría de agregado fibrocemento

Anexo 7: Granulometría de agregado ceniza de tara

Anexo 8: Panel fotográfico

Tabla 26. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA: Título: "Fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROB. GENERAL: ¿Cuál es la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023?	OBJ. GENERAL: Determinar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera, 2023	HIP. GENERAL: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023	VAR. INDEPENDIENTE Fibrocemento y ceniza de tara	Dosificaciones en porcentajes	0 % (patrón) 1.0% 1.5% 2.5% Respecto al peso del filler	Tipo De Investigación Aplicada Diseño De Investigación Experimental-cuasi experimental Enfoque: Cuantitativo explicativo Nivel De Investigación Explicativo Transversal
PROB. ESP.1: ¿Como influye el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023?	OBJ. ESP 1: Analizar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023	HIP. ESP. 1: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica del flujo en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023	VAR. DEPENDIENTE: La mezcla asfáltica en caliente	Propiedades mecánicas	Flujo	Estabilidad
PROB. ESP.2: ¿De qué manera influye el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023?	OBJ. ESP 2: Determinar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023	HIP. ESP. 2: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023				
PROB. ESP.3: ¿Cómo influye el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023?	OBJ. ESP 3: Evaluar la influencia del fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023	HIP. ESP. 3: El fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral influye significativamente en la propiedad mecánica de resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023			Resistencia al daño por humedad	

Tabla 27. Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIBALE: TITULO: "Fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860, Talavera 2023"							
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE Fibrocemento y Ceniza de Tara	El fibrocemento es un material que está constituido por un aglomerante que puede ser cemento o silicato de calcio, reforzado con fibras de tipo orgánico mineral y/o fibras inorgánicas sintéticas coma la fibra de vidrio" (Navarro, 2020).	Es un material de construcción que se caracterizara por su gravedad específico, por su granulometría y densidad, que a dosificaciones (0%,1%, 1.5% y 2.5%) modificaran la mezcla asfáltica en caliente.	Caracterización	Gravedad específica (gr) Granulometría por sedimentación (Tamiz #200) Densidad gr/cm3	Gramos gr/cm3 # de tamiz gr/cm3	RAZON	Tipo De Investigación Aplicada Diseño De Investigación Experimental-cuasi experimental Enfoque: Cuantitativo explicativo Nivel De Investigación Explicativo Transversal
			Dosificación	Porcentajes de 0%, 1%, 1.5%, y 2.5% respecto al peso del filler	%	INTERVALO	
	La ceniza de tara es un producto natural que se obtiene a partir de la quema de la corteza y las vainas de los árboles de tara. También nos dice la tara (Caesalpinia spinosa) es conocida por su alto contenido de taninos, sustancias químicas que tienen diversas aplicaciones industriales y tradicionales (Biopat, 2017).	Es un producto orgánico que se caracterizara por su gravedad específico, granulometría y densidad que a dosificaciones de (0%,1%, 1.5% y 2.5%), modificaran la mezcla asfáltica en caliente.	Caracterización	Gravedad específica (gr) Granulometría por sedimentación (Tamiz #200) Densidad gr/cm3	Gramos gr/cm3 # de tamiz gr/cm3	RAZON	
			Dosificación	Porcentajes de 0%, 1%, 1.5%, y 2.5% respecto al peso del filler	%	INTERVALO	
DEPENDIENTE La mezcla asfáltica en caliente	La mezcla asfáltica en caliente se refiere a la fabricación de asfaltos a temperaturas elevadas entre un rango de 150 °C, de acuerdo con la viscosidad del ligante, los agregados también se calientan para que cuando entran en contacto no se enfrí el ligante asfaltico no enfría la mezcla (Padilla. 2004, p. 45).	Se adicionará el fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en dosificaciones de (0%, 1%, 1.5% y 2.5%), para evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente que son; el flujo, la estabilidad y la resistencia la daño por humedad	Propiedades Mecánicas	Flujo (N)(lb) Estabilidad (KN) (lb) Resistencia al daño por humedad (%)	mm kg %	RAZON	



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 y T-88

OBRA : FIBROCEMENTO Y CENIZAS DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+080 - 3+080 TALAVERA 2024	N° ENSAYO : 002
CLIENTE : VICTOR RAUL AMAO ESLACHIN	RESP. LAB. : D.A.P
MATERIAL : Grava < 3/4"	ING° RESP. : M.C.C.
MUESTRA : M-1	HECHO POR : D.A.P
CANTERA : CHUMBASO - TALAVERA	FECHA : 20/07/2024
UBICACION : APURIMAC - ANDAHUAYLAS	CARRIL : N/A.

TAMIZO	REPT. (g)	POSO NET	SUBT. PARR.	SUBT. AS	% PARR.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	70.200					PESO TOTAL = 5.250.2 g
2.100"	31.200					
2"	32.200					
1.100"	30.100					
75"	28.400					
48"	19.050	0.8	0.0	0.0	100.0	
30"	12.700	865.8	17.7	17.7	82.3	
15"	1.825	1.865.8	38.7	58.4	43.6	
7.5"	1.300					
#20	4.700	5.025.8	48.3	66.4	3.6	
#40	2.385	172.8	3.4	58.8	0.2	
#60	2.000	8.0	0.2	100.0	0.0	
POSO		2.0	0.0	100.0	0.0	

	% HUMEDAD	P.F.A. 300.0	P.S. 100.0	% Humedad % 6.5
--	------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

COMENTARIOS:
 muestra de campo de planta de trabajo.

CURVA GRANULOMÉTRICA

SLA INGENIERÍA
 DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERÍA
 HOLMÉN CHAVEZ CERVANTES
 CIP N° 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE									
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3815									
TESIS	FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE LA AV. COMFRATERIDAD KM RESP, LAB. 51980 - 31980 TALAVERA 2024							D.A.P	
TESISTA	VICTOR RAUL AMADESLACHIN					IND° RESP.	H.C.C		
CANTERA	CHUMBAGO - TALAVERA					FECHA	20/04/2024		
MATERIAL	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE								
PROCEDENC	AFUMINAC								
UBICACIÓN	ANDAHUAYLAS								
TAMBEZ	Fajas por agregados a intervenir				Módulo MAC			Clasificación	
	Grava + 19"	Grava + 12" - 19"	Grava + 4.75"	Grava + 2.0"	Grava + 0.85"	Grava + 0.425"	Grava + 0.25"		
100"	35.100								
75"	25.650				100.0				
50"	10.700	100.0	100.0	100.0	82.2	80.1	100	100	08
30"	5.550	100.0	47.4	79.3					
# 4	4.750	96.5	4.9	93.9	59	59	74	74	08
# 10	3.300	73.0	3.7	68.0	59	59	59	59	08
# 20	2.300								
# 40	1.100	46.5	0.1	25.6					
# 60	0.800	32.1	0.0	22.2					
# 80	0.600								
# 100	0.400	21.8	0.0	13.3	9	9	21	21	08
# 150	0.250								
# 200	0.150	13.8	0.0	6.4					
		9.3	0.0	5.6	2	2	16	16	08

100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.075	0.15	0.3	0.6	1.18	2.0	3.75	6.75	12.5	25.0	50.0

Observaciones: % de agregados cribado con el TAMIZ N° 4
 Grava: 39.2 %
 Arena: 60.8 %
 Total de Agregados: 100.0 %

SLA INGENIERIA
 DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
 HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP. N° 258008
 INGI. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TAPA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+060 - 3+060 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMAOESLACHIN
CANTERA : CHUMBAGO - TALAVERA
MATERIAL : MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE **FECHA:** 20/04/2024
PROCEDEP : APURIMAC **UBICACIÓN :** ANDAHUAYLAS **PEN 80/100**

**ENSAYO MARSHALL
 (MTC E-504 / ASTM D 1559 / AASHTO T-240)**

PROBITAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	4.5			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%	37.8			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%	58.0			
4	% Filler en Peso de la Mezcla (máximo 6% % peso mezcla N° 200)	%	0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm ³	1.0213			
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm ³	2.887			2.724
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm ³	2.757			
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm ³	2.853			
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm ³	2.887			2.871
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³				
11	Altura Promedio de la Brújula	cm				
12	Peso de la Brújula al Alto	gr.	1217.9	1216.9	1228.8	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1273.1	1288.5	1294.2	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	799.2	793.8	796.5	
15	Volumen de la Probeta	cc.	518.3	517.5	510.7	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Brújula	g/cm ³	2.347	2.350	2.349	2.348
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2484 Rica	g/cm ³	2.507			
18	Máximo Densidad Teórica	g/cm ³	2.588			
19	% Vacíos	%	7.12	7.00	7.08	7.07
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.873			
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.714			
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.882			
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%	0.30			
24	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	53.89	54.85	54.01	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	8.82	8.80	8.80	
26	% de relleno del Agregado Menor	%	18.04	18.20	18.20	18.19
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	4.20			
28	Relacion Beta Vacios	%	55.80	55.97	55.91	55.73
29	Lactura del Anillo	pag.				
30	Contribucion (sin Correccion)	kg	1245	1258	1240	
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad Correjada	kg	1248	1258	1240	1249.3
33	Lactura del Plastometro (G.P.T)	pag.	11.5	11.6	11.3	
34	Plastico	mm.	3.92	3.98	3.87	3.81
35	Factor de Rigidez	Raf/cm	4262	4242	4320	4275

OBSERVACIONES:

SLA INGENIERIA
 DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
 HOLMER CHAVEZ GERVALES
 CIP N° 256006
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1-699 - 3-899 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMAESLACHIN
 CANTERA : CHUMBAO - TALAVERA
 MATERIAL : MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE
 PROCEDER : APURIMAC
 UBICACIÓN : ANDAHUAYLAS

FECHA: 20/04/2024
 PEN 80/100

**ENSAYO MARSHALL
 (MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)**

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. E: peso de la mezcla	%	5.0			
2	% De Grasa Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%	27.3			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%	27.7			
4	% Filler en Peso de la Mezcla (máximo 95 % peso malla N° 200)	%	2.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm³	1.5243			
6	Peso Especifico Bulk de la Grasa Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³	2.690			
7	Peso Especifico Aparente de la Grasa Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³	2.702			2.724
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³	2.055			
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³	2.690			2.671
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm³				
11	Alfara Porcelana de la Balanza	gr				
12	Peso de la Búsqueda en Aire	gr	1221.2	1218.5	1226.5	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr	1223.9	1220.2	1227.2	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr	706.3	705.4	705.2	
15	Volumen de la Probeta	cm³	517.3	514.9	518.8	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Bitumina	g/cm³	2.301	2.308	2.305	2.301
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	g/cm³	2.504			
18	Módulo de Elasticidad Teórico	g/cm³	2.488			
19	% Vacios	%	5.72	5.49	5.60	5.76
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm³	2.478			
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm³	2.714			
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm³	2.992			
23	C.A. Ajustado por el Peso Agregado Seco	%	3.32			
24	% del Volumen del agregado Volumen Bruto de la Probeta	%	84.01	84.21	83.89	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo Volumen de la Probeta	%	10.27	10.26	10.25	
26	% de vacios del Agregado Máximo	%	15.88	15.76	16.15	15.87
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	4.70			
28	Polisicon Betón Vacíos	%	84.22	84.21	83.48	84.23
29	Lectura del Anillo	mm				
30	Elasticidad (Sin Corrección)	kg	1305	1290	1300	
31	Factor de Elasticidad		1.00	1.00	1.00	
32	Elasticidad Corregida	kg	1305	1290	1300	1300.0
33	Lectura del Tacómetro (3.0")	mm	13.5	13.0	13.0	
34	Fluencia	mm	3.18	3.28	3.35	3.25
35	Factor de Rigidez	kg/cm	4113	3891	3948	3956

OBSERVACIONES:

SLA INGENIERIA
 DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
 HOLMERA CHAVEZ OSORVANTES
 CIV. N° 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
PROYECTO :	FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+960 - 3+860 TALAVERA 2024
TESISTA :	VICTOR RAUL AMAOBLACHIN
CANTERA :	CHUMBAO - TALAVERA
MATERIAL :	MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE
PROCEDE :	APURIMAC
UBICACIÓN :	ANDAHUAYLAS
	FECHA: 20/04/2024
	PEN 90/100

ENSAYO MARSHALL
 (MTC E-504 / ASTM D 1550 / AASHTO T-248)

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	5.5			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%	37.1			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%	57.4			
4	% Filler en Peso de la Mezcla (sistema de % para matriz N° 200)	%	0.80			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm³	1.0263			
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³	2.000			
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³	2.797			2.794
8	Peso Especifico Bulk de la Arena (Menor N° 4)	g/cm³	2.658			
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³	2.680			2.671
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm³				
11	Alfari Promedio de la Mezcla	mm				
12	Peso de la Esfera al Aire	gr	1219.5	1221.2	1217.0	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr	1371.2	1322.8	1218.5	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr	711.8	711.5	708.2	
15	Volumen de la Probeta	cc	909.7	912.0	911.2	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	g/cm³	2.393	2.385	2.381	2.388
17	Peso Especifico Mínimo ASTM D 2041 Roca	g/cm³		2.483		
18	Máxima Densidad Teórica	g/cm³		2.471		
19	% Vacíos	%	3.04	3.83	4.10	3.62
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm³		2.670		
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm³		2.714		
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm³		2.692		
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.32		
24	% del Volumen del agregado/Volumen Seco de la Probeta	%	34.89	34.44	34.29	
25	% del Volumen de C.A. Electro-Volumen de la Probeta	%	11.99	11.83	11.81	
26	% de vacíos del Agregado Mineral	%	15.21	15.98	15.71	15.63
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		5.20		
28	Relacion Secos/Vacos	%	78.21	74.70	70.90	74.61
29	Lectura del Arillo	mm				
30	Estabilidad Sin Corrigir (Secund)	kg	1285	1293	1283	
31	Factor de Corregibilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad Corregida	kg	1285	1293	1283	1286.0
33	Lectura del Plastimetro (0.01")	mm	13.8	13.5	13.8	
34	Fluencia	mm	3.89	3.43	3.28	3.52
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3079	3782	3045	3286



SLA INGENIERIA
 DAVID AWAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
 HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP N° 259005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELEF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+060 - 3+050 TALAVERA 2024
 TEBISTA : VICTOR RAUL AMAOESLACHIN
 CANTERA : CHUMBAO - TALAVERA
 MATERIAL : MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE
 PROCEDE : APURIMAC
 UBICACION : ANDAHUAYLAS

FECHA: 20/04/2024

PEN 80/100

**ENSAYO MARSHALL
 (MTC E-804 / ASTM D 1559 / AASHTO T-245)**

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	8.0			
2	% De Grava Tamizada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%	36.9			
3	% De Arenas Confinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%	27.1			
4	% Filler en Peso de la Mezcla (retiene 85 % paso malla N° 200)	%	0.08			
5	Peso Especifico Aparato del C.A.	g/cm ³	1.0243			
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Tamizada (Mayor N° 4)	g/cm ³	2.980			
7	Peso Especifico Aparato de la Grava Tamizada (Mayor N° 4)	g/cm ³	2.752			2.724
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm ³	2.655			
9	Peso Especifico Aparato de La Arena (Menor N° 4)	g/cm ³	2.887			2.871
10	Peso Especifico Aparato del Filler	g/cm ³				
11	Altura Promedio de la Bragante	cm				
12	Peso de la Bragante al Aire	gr	1226.6	1218.3	1215.8	
13	Peso de la Bragante Sumergida	gr	1221.1	1218.8	1215.5	
14	Peso de la Prueba en el Agua	gr	713.3	712.9	710.9	
15	Volumen de la Prueba	cc	307.9	307.5	307.6	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Bragante	g/cm ³	2.423	2.421	2.398	2.401
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Fines	g/cm ³	2.488			
18	Máximo Densidad Teórica	g/cm ³	2.452			
19	% Vacíos	%	2.42	2.73	2.81	2.72
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.678			
21	Peso Especifico Aparato del Agregado Total	g/cm ³	2.714			
22	Peso Especifico Relativo del Agregado Total	g/cm ³	2.662			
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Bruto	%	0.33			
24	% del Volumen del agregado Volumen Bruto de la Prueba	%	84.80	84.90	84.40	
25	% del Volumen de C.A. Eléctro Volumen de la Prueba	%	12.75	12.74	12.73	
26	% de vacíos del Agregado Mineral	%	15.38	15.47	15.54	15.46
27	C.A. Eléctro / Peso de la Mezcla	%	5.75			
28	Ratador Entre Vacíos	%	82.95	82.50	81.94	82.41
29	Lectura del Anillo	(kg)				
30	Densidad Sin Corregir (Lectura)	kg	1290	1285	1285	
31	Factor de Corrección		1.04	1.04	1.04	
32	Densidad Corregida	kg	1300	1318	1295	1304.8
33	Lectura del Plastómetro (0.31")	(kg)	14.2	14.5	14.8	
34	Fluencia	mm	3.61	3.68	3.71	3.67
35	Factor de Rigidez	Kg/cm ²	3804	3572	3492	3628

OBSERVACIONES:

SLA INGENIERIA
 DAVY AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
 HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP N° 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1-060 - 3-080 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMADESLACHIN

CANTERA : CHUMBAD - TALAVERA

MATERIAL : MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE

FECHA: 26/04/2024

PROCEDE: APURIMAC

UBICACIÓN : ANDAHUAYLAS

PEN 80/100

**ENSAYO MARSHALL
 (MTC E-204 / ASTM D 1559 / AASHTO T-245)**

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		9.5		
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%		36.7		
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%		56.8		
4	% Filler en Peso de la Mezcla (máximo 95 % para malla N° 200)	%		0.00		
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm³		1.2243		
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³		2.862		
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³		2.737		2.724
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³		2.655		
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³		2.667		2.671
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm³				
11	Altura Promedio de la Biqueta	mm				
12	Peso de la Biqueta al Aire	gr	1216.0	1219.0	1217.8	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr	1215.5	1218.5	1217.0	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr	768.2	768.8	767.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	808.3	810.7	811.3	PROBADO
16	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	g/cm³	2.366	2.368	2.364	2.365
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 3041 Rho	g/cm³		2.443		
18	Máxima Densidad Teórica	g/cm³		2.434		
19	% Vacíos	%	2.25	2.28	2.52	2.33
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm³		2.870		
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm³		2.714		
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm³		2.680		
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		8.32		
24	% del Volumen del agregado Reducido Bruto de la Probeta	%	83.86	83.83	83.41	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo Adicional de la Probeta	%	14.12	14.11	14.27	
26	% de vacíos del Agregado Menor	%	16.32	16.37	16.55	16.42
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		8.29		
28	Reduccion Sobre Vacíos	%	86.50	86.23	84.82	85.81
29	Lectura del Anillo	mm				
30	Estabilidad: Sin Corregir Efectos	kg	1225	1237	1275	
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.30	
32	Estabilidad Corregida	kg	1225	1237	1275	1244.7
33	Lectura del Fluviómetro (3.0")	psd	15.8	14.8	15.0	
34	Fluencia	mm	3.81	3.75	3.81	3.80
35	Punto de Rigidez	Kg/cm	3215	3209	3340	3277

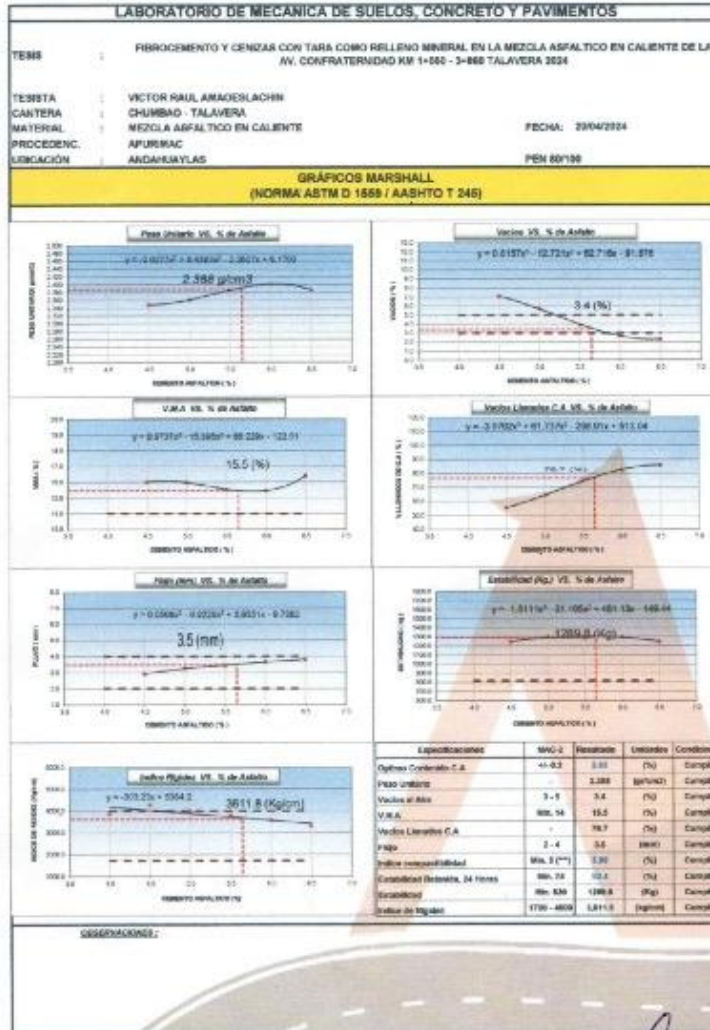
OBSERVACIONES:

SLA INGENIERIA
 DAKOTA AMAYA PALACIO
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
 HOLMER CHAVEZ SERVANTES
 CIP. N° 254005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLA INGENIERÍA

DAVID MAYA PALACIOS
TECNICO LABORATORISTA
DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERÍA

HOLMER CHAVEZ CERVANTES
CIR N° 256008
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

EQUIVALENTE DE ARENA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

OBRA : FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+060 - 3+860 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLACHIN
 MATERIAL : Arena Chancada para asfalto < 1/4"
 MUESTRA : M-1
 CANTERA : CHUMBAO - TALAVERA
 UBICACIÓN : APURIMAC - ANDAHUAYLAS

N° ENSAYO : 001
 RESP. LAB. : D.A.P.
 ING° RESP. : H.C.C.
 HECHO POR : D.A.P.
 FECHA : 2/04/2024
 CARRIL : N.A.

MUESTRA	M-1	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	hh:mm	10:45	10:47	10:40	/
Hora de salida de saturación (más 10')	hh:mm	10:55	10:57	10:59	
Hora de entrada a decantación	hh:mm	10:57	10:50	11:01	
Hora de salida de decantación (más 20')	hh:mm	11:17	11:10	11:21	
Altura máxima de material fino	Pulg.	5.00	5.00	4.80	
Altura máxima de la arena	Pulg.	3.60	3.60	3.50	
Equivalente de arena	%	72	72	73	
Equivalente de arena promedio	%	72.3			
Resultado equivalente de arena	%	73			

Observaciones:

SLA INGENIERIA

 DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA

 HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP. N° 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES																																																																																																																												
TESIS :	FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERIDAD KM 1+260 - 3+660 TALAVERA 2024																																																																																																																											
TESISTA :	VICTOR RAUL AMAOESLACHIN																																																																																																																											
CANTERA :	CHUMBAO - TALAVERA																																																																																																																											
MATERIAL :	MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE					FECHA: 26/04/2024																																																																																																																						
PROCEDENC. :	APURIMAC																																																																																																																											
UBICACIÓN :	ANDAHUAYLAS																																																																																																																											
ESTABILIDAD RETENIDA (NORMA MTC E 518 / ASTM D 1075 / AASHTO T 165)																																																																																																																												
Ensayo Estabilidad Retenida																																																																																																																												
Descripción Mezcla Asfáltica																																																																																																																												
Agregados - Pétreos:						Proporción:																																																																																																																						
Arena Triturada	Cantera	Gloria				61.0%																																																																																																																						
Grava Triturada	Cantera	Gloria				38.0%																																																																																																																						
Stumen - Aditivo:						Proporción:																																																																																																																						
Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico						5.65 %																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Descripción</th> <th colspan="4">Grupo 01 *</th> <th colspan="2">Grupo 02*</th> </tr> <tr> <th>01</th> <th>02</th> <th>03</th> <th>04</th> <th>05</th> <th>06</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- Altura promedio briqueta, cm.</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.6</td> <td>9.6</td> </tr> <tr> <td>2.- Diámetro promedio briqueta, cm.</td> <td>10.2</td> <td>10.1</td> <td>10.1</td> <td>10.2</td> <td>10.1</td> <td>10.1</td> </tr> <tr> <td>3.- Area promedio briqueta, cm²</td> <td>80.9</td> <td>80.4</td> <td>80.6</td> <td>81.1</td> <td>80.8</td> <td>80.8</td> </tr> <tr> <td>3.- Peso briqueta al aire, g</td> <td>1,221.6</td> <td>1,221.3</td> <td>1,219.6</td> <td>1,220.1</td> <td>1,223.2</td> <td>1,223.2</td> </tr> <tr> <td>4.- Peso briqueta S.S. Saturada, g</td> <td>1,222.2</td> <td>1,223.7</td> <td>1,220.8</td> <td>1,222.5</td> <td>1,225.2</td> <td>1,225.2</td> </tr> <tr> <td>5.- Peso por desplazamiento, g</td> <td>732.6</td> <td>732.6</td> <td>732.1</td> <td>732.6</td> <td>733.6</td> <td>733.6</td> </tr> <tr> <td>6.- Volumen de la briqueta, cm³</td> <td>489.7</td> <td>491.1</td> <td>488.7</td> <td>500.0</td> <td>501.6</td> <td>501.6</td> </tr> <tr> <td>7.- Peso Unitario, GEB g/cm³</td> <td>2.495</td> <td>2.487</td> <td>2.495</td> <td>2.440</td> <td>2.439</td> <td>2.439</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Inmersión, min</td> <td colspan="4">1440.0</td> <td colspan="2">240.0</td> </tr> <tr> <td>8.- Estabilidad sin corregir, kN.</td> <td>1132.0</td> <td>1136.0</td> <td>1125.0</td> <td>1230.0</td> <td>1226.0</td> <td>1222.0</td> </tr> <tr> <td>9.- Factor Estabilidad</td> <td>1.09</td> <td>1.09</td> <td>1.09</td> <td>1.04</td> <td>1.04</td> <td>1.04</td> </tr> <tr> <td>10.- Estabilidad corregida, kN</td> <td>1233.9</td> <td>1237.2</td> <td>1226.3</td> <td>1279.2</td> <td>1274.0</td> <td>1270.9</td> </tr> <tr> <td>11.- Resistencia a la compresión, kgf/cm²</td> <td>14.0</td> <td>14.1</td> <td>14.0</td> <td>15.2</td> <td>15.2</td> <td>15.1</td> </tr> <tr> <td>12.- Resistencia a la compresión, Mpa.</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>13.- Estabilidad Promedio, Mpa.</td> <td colspan="4">1.4</td> <td colspan="2">1.5</td> </tr> </tbody> </table>							Descripción	Grupo 01 *				Grupo 02*		01	02	03	04	05	06	1.- Altura promedio briqueta, cm.	9.5	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6	2.- Diámetro promedio briqueta, cm.	10.2	10.1	10.1	10.2	10.1	10.1	3.- Area promedio briqueta, cm²	80.9	80.4	80.6	81.1	80.8	80.8	3.- Peso briqueta al aire, g	1,221.6	1,221.3	1,219.6	1,220.1	1,223.2	1,223.2	4.- Peso briqueta S.S. Saturada, g	1,222.2	1,223.7	1,220.8	1,222.5	1,225.2	1,225.2	5.- Peso por desplazamiento, g	732.6	732.6	732.1	732.6	733.6	733.6	6.- Volumen de la briqueta, cm³	489.7	491.1	488.7	500.0	501.6	501.6	7.- Peso Unitario, GEB g/cm³	2.495	2.487	2.495	2.440	2.439	2.439	Tiempo de Inmersión, min	1440.0				240.0		8.- Estabilidad sin corregir, kN.	1132.0	1136.0	1125.0	1230.0	1226.0	1222.0	9.- Factor Estabilidad	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04	1.04	10.- Estabilidad corregida, kN	1233.9	1237.2	1226.3	1279.2	1274.0	1270.9	11.- Resistencia a la compresión, kgf/cm²	14.0	14.1	14.0	15.2	15.2	15.1	12.- Resistencia a la compresión, Mpa.	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	13.- Estabilidad Promedio, Mpa.	1.4				1.5	
Descripción	Grupo 01 *				Grupo 02*																																																																																																																							
	01	02	03	04	05	06																																																																																																																						
1.- Altura promedio briqueta, cm.	9.5	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6																																																																																																																						
2.- Diámetro promedio briqueta, cm.	10.2	10.1	10.1	10.2	10.1	10.1																																																																																																																						
3.- Area promedio briqueta, cm²	80.9	80.4	80.6	81.1	80.8	80.8																																																																																																																						
3.- Peso briqueta al aire, g	1,221.6	1,221.3	1,219.6	1,220.1	1,223.2	1,223.2																																																																																																																						
4.- Peso briqueta S.S. Saturada, g	1,222.2	1,223.7	1,220.8	1,222.5	1,225.2	1,225.2																																																																																																																						
5.- Peso por desplazamiento, g	732.6	732.6	732.1	732.6	733.6	733.6																																																																																																																						
6.- Volumen de la briqueta, cm³	489.7	491.1	488.7	500.0	501.6	501.6																																																																																																																						
7.- Peso Unitario, GEB g/cm³	2.495	2.487	2.495	2.440	2.439	2.439																																																																																																																						
Tiempo de Inmersión, min	1440.0				240.0																																																																																																																							
8.- Estabilidad sin corregir, kN.	1132.0	1136.0	1125.0	1230.0	1226.0	1222.0																																																																																																																						
9.- Factor Estabilidad	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04	1.04																																																																																																																						
10.- Estabilidad corregida, kN	1233.9	1237.2	1226.3	1279.2	1274.0	1270.9																																																																																																																						
11.- Resistencia a la compresión, kgf/cm²	14.0	14.1	14.0	15.2	15.2	15.1																																																																																																																						
12.- Resistencia a la compresión, Mpa.	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5																																																																																																																						
13.- Estabilidad Promedio, Mpa.	1.4				1.5																																																																																																																							
<p>Nota:</p> <p>[*] Selecciona el grupo en relación a la GEB próximas. Grupo 01: Inmersión por 24 horas a 60.0°C. Grupo 02: Inmersión por 04 horas a 25.0°C.</p>																																																																																																																												
<p>Calculos</p> <p style="text-align: center;">Estabilidad Retenida, = $\frac{\text{Estabilidad Promedio a 1440 minutos} \times 100}{\text{Estabilidad Promedio a 240 minutos}}$</p> <p style="text-align: center;">Estabilidad Retenida = 92.4 %</p>																																																																																																																												
OBSERVACIONES:																																																																																																																												

SLA INGENIERIA

 DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA

 HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP Nº 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
 MTC E-200-2006,
 ASTM C-127, AASHTO T-85

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA
 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+066 - RESP. LAB.: D.A.P
 3+860 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL ANACEBLACHIN ING. RESP.: H.C.C

MATERIAL : MEZCLA DE AGREGADOS PÉTREOS FECHA: 20/04/2024

PROCEDENC.: APURIMAC
 UBICACIÓN : ANDAHUAYLAS

AGREGADO GRUESO
AASHTO T- 85

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
Peso mat. Sol. Superf. Seco (en aire)	(gr.)	1500.30	1500.20	1500.20	
Peso mat. Sol. Superf. Seco (en agua)	(gr.)	947.90	947.70	947.80	
Volumen de masa/volumen de vacios	(cm ³)	552.40	552.50	552.40	
Peso de material seco (105°C)	(gr.)	1487.20	1488.70	1487.93	
Volumen de masa	(cm ³)	536.30	536.00	540.20	
Peso Bulk (base seca)	(g/m ³)	2882	2891	2883	2882
Peso Bulk (base saturada)	(g/m ³)	2718	2719	2719	2718
Peso aparente (base seca)	(g/m ³)	2798	2798	2794	2787
Porcentaje de absorción	(%)	0.88	0.91	0.83	0.87

AGREGADO FINO
AASHTO T- 84

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
Peso mat. Sol. Superf. Seco (en aire)	(gr.)	900.0	900.0	900.0	
Peso frasco + agua (25°C)	(gr.)	646.1	645.9	646.0	
Peso de frasco + agua (25°C) + Peso mat. Sol Sup Seco	(gr.)	1146.1	1145.9	1146.0	
Peso de (mat. Sol. Superf. Seco + agua en el frasco)	(gr.)	958.5	958.4	958.7	
Volumen de la masa + volumen de vacios	(cm ³)	107.6	107.5	107.3	
Peso de material seco (105°C)	(gr.)	497.8	497.9	497.9	
Volumen de masa	(cm ³)	185.4	185.3	185.1	
Peso Bulk (base seca)	(g/m ³)	2694	2695	2694	2688
Peso Bulk (base saturada)	(g/m ³)	2685	2687	2676	2687
Peso aparente (base seca)	(g/m ³)	2685	2686	2689	2687
Porcentaje de absorción	(%)	0.44	0.44	0.44	0.44

MATERIAL : DE LA MEZCLA FÍSICA DEL DISEÑO

SLA INGENIERIA

DAVID AMAYA PALACIOS
 TÉCNICO LABORATORISTA
 DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA

HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP N° 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
TELF. 963 810 774
CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
TESIS	FIBROCEMENTO Y CENZAS CON TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONFRATERNIDAD KM 1+060 - 3+860 TALAVERA 2024				
TESISTA	VICTOR RAUL AMAOESLACHIN				
CANTERA	CHUMBAD - TALAVERA				
MATERIAL	MEZCLA ASFÁLTICO EN CALIENTE			FECHA: 26/04/2024	
PROCEDENC	APURIMAC				
UBICACIÓN	ANDAHUAYLAS			PEN 86/106	
GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, ABSORCIÓN Y ASFALTO EFECTIVO (MTC E 608 / ASTM D 2041 / AASHTO T-209)					
1	Peso del frasco + el agua	7414.2	7414.2	7414.2	7414.2
2	Peso de la mezcla	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0
3	Peso del frasco + mezcla + agua	8320.5	8315.2	8312.2	8305.5
4	Volumen de la muestra (1+2-3)	563.7	566.0	564.0	567.7
5	Gravedad específica de la mezcla (GM)	2.827	2.904	2.843	2.888
6	Porcentaje de Arena total en la mezcla	4.5	5.0	5.5	6.0

Gravedad Especifica VS Cemento Asfáltico (%)

OBSERVACIONES:

SLA INGENIERIA
DAVID AMAYA PALACIOS
TECNICO LABORATORISTA
DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
HOLMER CHAVEZ CERVANTES
CIP N° 256606
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
TELF. 968 810 774
CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
PAVIMENTACION - DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORÍA TÉCNICA

LÍMITES DE ATTERBERG LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N° 40)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE LA AV. COMFRATERNIDAD KM 1+060 - 3+850 TALAVERA 2024			N° ENSAYO : 001	
TESTISTA : VICTOR RAUL AMARO ESLACHIN	RESP. LAB. : D.A.P.			
MATERIAL : Arena Clasificada para asfalto - 1/4"	ING° RESP. : H.C.C.			
MUESTRA : M-1	HECHO POR : D.A.P.			
CANTERA : CHUMBASO - TALAVERA	FECHA : 20/4/2024			
UBICACIÓN : APURIMAC - ANDAHUYLAS	CARRIL : 0			
LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRIO	0	18	12	/
TARRIO + SUELO HÚMEDO	29.24	27.82	25.92	
TARRIO + SUELO SECO	26.20	26.12	25.07	
AGUA	2.84	2.89	2.55	
PESO DEL TARRIO	31.20	22.08	21.96	
PESO DEL SUELO SECO	14.96	12.42	14.11	
PESO DEL SUELO HÚMEDO	28.43	22.26	23.20	
% DE HUMEDAD	18	25	38	
N° DE GOLPES	18	25	38	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRIO				NO PLÁSTICO
TARRIO + SUELO HÚMEDO				
TARRIO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRIO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	27.1	Arena no plástica		
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.			

SLA INGENIERIA
DAVID AMAYA PALACIOS
TÉCNICO LABORATORISTA
DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO



SLA INGENIERIA
HOLMES CHAVEZ CERVANTES
CIP N° 256005
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



S.L.A. INGENIERÍA E.I.R.L.
LABORATORIO DE SUELO, ASFALTO Y CONCRETO

SLAINGENIERO@GMAIL.COM
TELF. 963 810 774
CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORIA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONTRACTERNIDAD KM 1+060 AL 3+860 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCHIN

CANTERA : CHUMBABO - TALAVERA

MATERIAL : Mezcla Asfáltica en Caliente PEN 60/70

FECHA: 3/05/2024

ENSAYO CON: 1.0%

ENSAYO MARSHALL
(MTC E-804 / ASTM D 1559 / AASHTO T-245)

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		5.65		
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%		37.0		
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%		36.4		
4	% Filler en Peso de la Mezcla (mínimo 65 % para malla N° 200)	%		0.94		
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm³		1.0243		
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³		2.692		
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³		2.797		2.724
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³		2.655		
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³		2.687		2.671
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm³				
11	Altura Promedio de la Briqueta	cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1220.3	1221.5	1223.5	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1221.2	1223.9	1221.5	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	714.2	715.1	715.2	
15	Volumen de la Probeta	cc	307.0	308.3	307.3	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	g/cm³	2.407	2.403	2.404	2.405
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	g/cm³		2.463		
18	Máxima Densidad Teórica	g/cm³		2.487		
19	% Vacios	%	3.05	3.23	3.19	3.16
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm³		2.697		
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm³		2.712		
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm³		2.719		
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.31		
24	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	84.22	84.06	84.11	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	12.73	12.70	12.71	
26	% de vacios del Agregado Mineral	%	13.78	13.94	13.89	13.87
27	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%		3.25		
28	Relacion Beton Varias	%	80.67	79.71	79.90	80.11
29	lectura del Anillo	pasq.				
30	Estabilidad Sin Correjis (lectura)	kg	1220	1224	1225	
31	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad Correjada	kg	1269	1273	1274	1271.3
33	lectura del Fleximetro (0.01")	palg.	12.8	12.9	12.8	
34	Fluencia	mm.	3.25	3.25	3.25	3.26
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3903	3885	3899	3902

OBSERVACIONES:



S.L.A. INGENIERÍA
HOLMER CHAVEZ CERVANTES
CIP Nº 256005
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
TELE. 963 810 774
CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACIÓN Y
PAVIMENTACIÓN – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONTRACTIVIDAD KM 1+060 AL 3+860 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCHIN
CANTERA : CHUMBAO - TALAVERA
MATERIAL : Mezcla Asfáltica en Caliente PEN 60/70 FECHA: 3/05/2024

ENSAYO CON: 1.5%

**ENSAYO MARSHALL
(MTC E-504 / ASTM D 1559 / AASHTO T-245)**

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		9.63		
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%		37.0		
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%		35.0		
4	% Filler en Peso de la Mezcla (mínimo 65 % pass malla N° 200)	%		1.42		
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm³		1.0249		
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³		2.692		
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³		2.797		2.724
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³		2.635		
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³		2.687		2.671
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm³				
11	Altura Promedio de la Briqueta	cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1223.3	1224.5	1225.6	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1224.5	1226.7	1226.6	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	716.2	718.5	718.9	
15	Volumen de la Probeta	cc	306.3	308.0	308.0	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	g/cm³	2.417	2.410	2.415	2.413
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	g/cm³		2.483		
18	Máxima Densidad Teórica	g/cm³		2.498		
19	% Vacios	%	2.68	2.92	2.82	2.81
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm³		2.710		
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm³		2.796		
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm³		2.733		
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.31		
24	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	84.12	83.91	84.00	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	13.20	13.17	13.19	
26	% de vacios del Agregado Mineral	%	15.88	16.09	16.00	15.99
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		3.58		
28	Relacion Betun Vacios	%	83.15	81.84	82.38	82.46
29	Lectura del Anillo	pulg.				
30	Estabilidad Sin Corregir (Lectura)	kg	1285	1290	1283	
31	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad Corregida	kg	1200	1198	1196	1198.3
33	Lectura del Flexímetro (0.01")	pulg.	12.1	12.0	12.3	
34	Fluencia	mm.	3.07	3.03	3.12	3.08
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3904	3930	3925	3888

OBSERVACIONES:



SLA INGENIERIA
HOLMER CHAVEZ CERVANTES
CIP. N° 256005
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



S.L.A. INGENIERÍA E.I.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

SLAINGENIERO@GMAIL.COM
TELF. 963 810 774
CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONTRACTERNIDAD KM 1+060 AL 3+860 TALAVERA 2024

TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCHIN
CANTERA : CHUMBAO - TALAVERA
MATERIAL : Mezcla Asfáltica en Caliente FEN 60/70 FECHA: 3/05/2024

ENSAYO CON: 2.5%

ENSAYO MARSHALL
(MTC E-504 / ASTM D 1559 / AASHTO T-249)

PROBETAS		I	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	5.65			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla (Mayor N° 4)	%	37.0			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla (Menor N° 4)	%	53.0			
4	% Filler en Peso de la Mezcla (mínimo 65 % pasa malla N° 200)	%	2.56			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cm³	1.0249			
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³	2.692			
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada (Mayor N° 4)	g/cm³	2.737			2.724
8	Peso Especifico Bulk de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³	2.655			
9	Peso Especifico Aparente de La Arena (Menor N° 4)	g/cm³	2.687			2.671
10	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm³				
11	Altura Promedio de la Briqueta	cm				
12	Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1232.0	1234.2	1233.6	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1232.3	1234.8	1233.8	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	726.9	727.2	726.9	
15	Volumen de la Probeta	cc	505.6	507.6	507.4	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	g/cm³	2.437	2.431	2.431	2.433
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	g/cm³	2.483			
18	Máxima Densidad Teórica	g/cm³	2.520			
19	% Vacios	%	1.86	5.08	7.09	2.01
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm³	2.738			
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm³	2.784			
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm³	2.761			
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.31		
24	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.96	83.77	83.27	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	14.18	14.15	14.15	
26	% de vacios del Agregado Mineral	%	16.04	16.23	16.23	16.17
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		5.36		
28	Relacion Betan Vacios	%	88.38	87.20	87.15	87.56
29	Lectura del Anillo	mm				
30	Estabilidad Sin Corregir (Lectura)	kg	1200	1202	1221	
31	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad Corregida	kg	1248	1250	1270	1256.0
33	Lectura del Flexómetro (0.01")	mm	11.5	11.6	11.3	
34	Fluencia	mm.	2.92	2.95	2.92	2.93
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	4273	4243	4347	4286

OBSERVACIONES:



SLA INGENIERIA
HOLMER CHAVEZ CERVANTES
C.I.F. N° 256005
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS	
ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
TESIS : FIBROCTAMENTO Y CINIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE AV. CONTRATERMINIDAD KM 1+060 AL 3+800 TALAVERA 2024	HECHO POR : D.A.P. ING. RESPONSABLE : H.C.C.
TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESIANCHIN MATERIAL: MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE CANTERA: CHUMBAO - TALAVERA FECHA: 10/05/2024	ENSAYO CON: 2.0% (F-1.25 - C-1.25)

N° Probetas		04	05	06	01	02	03
% cemento asfaltico:	5.6%	Grupo Saturado			Grupo Seco		
N° golpes por cara:	29						
A Diámetro	cm	10.18	10.18	10.18	10.18	10.16	10.16
B Espesor	cm	6.67	6.67	6.70	6.76	6.73	6.71
C Peso Probeta al Aire	gr	1234.5	1234.6	1235.5	1238.5	1237.6	1239.8
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1234.7	1234.7	1235.6	1238.7	1237.9	1239.9
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	719.2	719.1	719.9	722.2	723.5	723.3
F Volumen de la Probeta (D-E)	cc	515.5	515.6	515.7	516.5	514.4	516.6
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.395	2.394	2.396	2.398	2.406	2.400
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527
I % Vacios $100*((H-G)/H)$	%	5.23	5.24	5.19	5.11	4.79	5.09
J Volumen de Vacios $(F^3)/100$	cc	26.98	27.04	26.78	26.39	24.65	25.98
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 23°C							
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1259.5	1261.2	1260.2			
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	740.8	742.2	741.8			
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	518.5	519.0	518.4			
N Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	24.8	26.6	24.7			
O Saturación $(100*N)/J$	%	91.9	98.4	92.2	94.2		
P Hinchamiento $100*(M-F)/F$	%	0.58	0.66	0.52			
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C							
Q Espesor	cm	6.68	6.68	6.71			
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1259.9	1261.9	1260.9			
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	741.5	737.7	736.1			
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	518.4	524.2	524.2			
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	25.4	27.5	25.4			
V Saturación $(100*U)/J$	%	94.2	101.0	94.8			
W Hinchamiento $100*(T-U)/U$	%	0.56	1.67	1.05			
X Carga de Tracción Indirecta	kg	284	274	279	353	349	375
Y Resistencia Seca $(2*X)/(A^2*%)$	kg/cm ²	2.67	2.57	2.60	3.27	3.44	3.50
Z Resistencia Humedad $(2*X)/(A^2*Q^*)$	kg/cm ²	2.66	2.56	2.60	2.6		
Resistencia Retenida							
Daños en la Mezcla							
TSR	%	76.7					

Observaciones: Muestra saturada en vacio realizado por 18.96m a 28" Hg.
 Saturación mayor a 95 y menor a 90.
 TSR = 70% minimo



SLA INGENIERIA
 MOLNER CHAVEZ CERVANTES
 CIP. N° 256008
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”

EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS	
ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE AV. CONTRAEREDNIDAD KM 1+060 AL 3+860 TALAVERA 2024	
TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCHIN MATERIAL: MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE CANTERA: CHUMBAO - TALAVERA FECHA: 10/05/2024	HECHO POR: D.A.F. ING. RESPONSABLE: H.C.C. ENSAYO CON: 1.5% (P-0.75 - C-0.75)

Nº Probetas		04	05	06	01	02	03			
% cemento asfáltico:	5.6%	Grupo Saturado			Grupo Seco					
Nº golpes per cara:	29									
A Diámetro	cm	10.18	10.18	10.18	10.18	10.16	10.16			
B Espesor	cm	6.67	6.67	6.70	6.76	6.73	6.71			
C Peso Probeta al Aire	gr	1227.2	1233.4	1236.5	1238.2	1239.4	1237.4			
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1128.2	1236.5	1237.0	1239.2	1241.5	1238.8			
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	611.5	716.2	716.2	717.5	719.2	717.2			
F Volumen de la Probeta (D-E)	cc	516.7	520.8	520.8	521.7	522.9	521.6			
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.375	2.374	2.374	2.378	2.378	2.372			
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527			
I % Vacios	$100 \cdot (H - G) / H$	%	6.01	6.04	6.05	6.0	6.08	6.10	6.12	6.1
J Volumen de Vacios	$(I \cdot F) / 100$	cc	31.06	31.42	31.48	31.71	31.84	31.93		
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C										
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1252.4	1260.2	1261.4						
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	732.2	736.5	737.5						
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	520.2	523.7	523.9						
N Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	25.2	24.8	24.9						
O Saturación	$100 \cdot (N) / J$	%	81.1	78.9	79.1					
P Hinchamiento	$100 \cdot (M - J) / J$	%	0.68	0.65	0.60					
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C										
Q Espesor	cm	6.68	6.68	6.71						
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1258.8	1262.5	1261.9						
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	732.5	737.7	736.7						
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	521.3	524.8	525.2						
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	26.6	27.1	25.4						
V Saturación	$100 \cdot (U) / J$	%	85.6	86.3	80.7					
W Hinchamiento	$100 \cdot (T - J) / J$	%	0.89	0.86	0.84					
X Carga de Tracción Indirecta	kg	337	337	332	433	428	412			
Y Resistencia Seca	$(2 \cdot X) / (A \cdot B^2)$	kg/cm ²	3.16	3.16	3.10	4.01	3.98	3.84	3.9	
Z Resistencia Humedad	$(2 \cdot X) / (A \cdot Q^2)$	kg/cm ²	3.16	3.16	3.10	5.1				
Resistencia Retenida										
Daños en la Mezcla										
TSR	%	79.6								

Observación: Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 28" Hg.
Saturación mayor a 55 y menor a 80
TSR = 70% minimo



SLA INGENIERIA
HOLMES CHAVEZ CERVANTES
CIP N° 256005
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS	
ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
TESIS : FIBROCLMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE AV. CONTRATEMIDAD KM 11 060 AL 5+860 TALAVERA 2024	
TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCIHIN MATERIA: MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE CANTERA: CHUMBAO - TALAVERA FECHA: 10/05/2024	HECHO POR : D.A.P. ING. RESPONSABLE: H.C.C. ENSAYO CON: 1% (F-05 Y C-0.5)

Nº Probetas		04			05			06			01			02			03		
		Grupo Saturado									Grupo Seco								
	% cemento asfaltico:	5.0%																	
	Nº golpes por cara:	29																	
A	Diámetro	cm	10.18	10.18	10.18	10.18	10.16	10.16	10.16	10.18	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	
B	Espesor	cm	6.67	6.67	6.70	6.70	6.73	6.73	6.71	6.76	6.73	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71	
C	Peso Probeta al Aire	gr	1233.0	1240.0	1237.0	1237.0	1241.0	1237.5	1237.4	1241.0	1237.5	1237.4	1241.0	1237.5	1237.4	1241.0	1237.5	1237.4	
D	Peso de la Probeta Saturada	gr	1231.2	1241.5	1238.1	1238.1	1242.5	1240.1	1238.2	1242.5	1240.1	1238.2	1242.5	1240.1	1238.2	1242.5	1240.1	1238.2	
E	Peso de la Probeta en el Agua	gr	708.2	715.2	713.2	713.2	715.2	714.2	712.5	715.2	714.2	712.5	715.2	714.2	712.5	715.2	714.2	712.5	
F	Volumen de la Probeta (D-E)	cc	528.0	526.5	524.9	524.9	527.3	525.0	525.7	527.3	525.0	525.7	527.3	525.0	525.7	527.3	525.0	525.7	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.358	2.356	2.357	2.357	2.355	2.353	2.354	2.355	2.353	2.354	2.355	2.353	2.354	2.355	2.353	2.354	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	2.527	
I	% Vacios 100*((H-G)/H)	%	6.71	6.76	6.74	6.74	6.7	6.87	6.88	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	
J	Volumen de Vacios (FT)/100	cc	35.07	35.60	35.39	35.39	36.20	36.19	36.03	36.20	36.19	36.03	36.20	36.19	36.03	36.20	36.19	36.03	
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28° Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°c																			
K	Peso de la Probeta Saturada	gr	1254.5	1262.1	1259.1	1259.1													
L	Peso de la Probeta en el Agua	gr	730.2	733.5	732.9	732.9													
M	Volumen de la Probeta (K-L)	cc	524.3	528.6	526.2	526.2													
N	Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	21.5	22.1	22.1	22.1													
O	Saturación (100*(N)/J)	%	61.3	62.1	62.5	61.5													
P	Hinchamiento 100*(M-F)/F	%	0.25	0.44	0.25	0.25													
CONDICION DE SATURACION A 24hrs. Baño Maria 60°c																			
Q	Espesor	cm	6.68	6.68	6.71	6.71													
R	Peso de la Probeta Saturada	gr	1255.5	1263.5	1261.2	1261.2													
S	Peso de la Probeta en el Agua	gr	729.0	734.2	732.0	732.0													
T	Volumen de la Probeta (R-S)	cc	526.5	529.3	529.2	529.2													
U	Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	22.5	23.5	24.2	24.2													
V	Saturación (100*(U)/J)	%	64.2	66.0	68.4	68.4													
W	Hinchamiento 100*(T-F)/F	%	0.67	0.57	0.82	0.82													
X	Carga de Tracción Indirecta	kg	369	375	369	369	475	444	459	475	444	459	475	444	459	475	444	459	
Y	Resistencia Seca (2*X)/(A*B*W)	kg/cm²	3.46	3.51	3.45	3.45	4.40	4.13	4.29	4.40	4.13	4.29	4.40	4.13	4.29	4.40	4.13	4.29	
Z	Resistencia Humedad (2*X)/(A*B*W)	kg/cm²	3.46	3.51	3.44	3.44	3.5												
	Resistencia Referida																		
	Daños en la Mezcla																		
TSR		%	81.2																

Observaciones: Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 20° Hg.
 Saturación mayor a 55 y menor a 80.
 TSR = 70% minimo



SLA INGENIERIA
 HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP. Nº 256006
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
 TELF. 963 810 774
 CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
 PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS	
ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
TESIS : FIBROCIMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE AV. CONTRAERENIDAD KM 1+060 AL 3+860 TALAVERA 2024	
TESISITA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCIUM MATERIAL: MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE CANTERA: CHUMBAO - TALAVERA FECHA: 10/05/2024	HECHO POR : D.A.P. ING. RESPONSABLE: H.C.C.

Nº Probetas			04			05			06			01			02			03																			
	% cemento asfáltico:	5.4%	Grupo Saturado															Grupo Seco																			
	Nº golpes por cara:	29																																			
A	Diametro	cm	10.18	10.18	10.18								10.18	10.16	10.16																						
B	Espesor	cm	6.67	6.67	6.70								6.76	6.78	6.71																						
C	Peso Probeta al Aire	gr	1251.2	1248.7	1247.1								1247.4	1248.5	1245.2																						
D	Peso de la Probeta Saturada	gr	1260.0	1257.7	1254.6								1255.0	1256.9	1254.3																						
E	Peso de la Probeta en el Agua	gr	726.3	725.3	721.1								723.0	724.2	723.3																						
F	Volumen de la Probeta (D-E)	cc	533.7	532.4	533.5								532.0	532.7	531.0																						
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.344	2.345	2.338								2.345	2.344	2.345																						
H	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.527	2.527	2.527								2.527	2.527	2.527																						
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	7.23	7.19	7.50							7.3	7.21	7.25																						
J	Volumen de Vacios	(I*H)/100	cc	38.57	38.26	39.99							38.37	38.64	38.24																						
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28° Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C																																					
K	Peso de la Probeta Saturada	gr	1276.9	1272.7	1271.8																																
L	Peso de la Probeta en el Agua	gr	740.8	737.2	737.0																																
M	Volumen de la Probeta (K-L)	cc	536.1	535.5	534.8																																
N	Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	25.7	24.0	24.7																																
O	Saturación	(100*N)/J	%	66.6	62.7	61.8							63.7																								
P	Hinchamiento	100*((M-I)/I)	%	0.45	0.58	0.24																															
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño María 60°C																																					
Q	Espesor	cm	6.68	6.68	6.71																																
R	Peso de la Probeta Saturada	gr	1277.5	1273.8	1273.2																																
S	Peso de la Probeta en el Agua	gr	741.5	737.7	736.7																																
T	Volumen de la Probeta (R-S)	cc	536.0	536.1	536.5																																
U	Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	26.3	25.1	26.1																																
V	Saturación	(100*U)/J	%	68.2	65.6	65.5																															
W	Hinchamiento	100*((T-I)/I)	%	0.45	0.69	0.56																															
X	Carga de Tracción Indirecta	kg	401	369	391								486	454	493																						
Y	Resistencia Seca (2*X)/(A*B*z)	kg/cm²	3.76	3.46	3.64								4.50	4.28	4.39																						
Z	Resistencia Humedad (2*X)/(A*B*z)	kg/cm²	3.76	3.46	3.64								5.6																								
	Resistencia Retenida																																				
	Daños en la Mezcla																																				
	TSR	%																																			

Observaciones: Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25° Hg.
 Saturación mayor a 55 y menor a 80
 TSR = 70% minimo



SLA INGENIERIA
HOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP. N° 256005
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”



SLAINGENIERO@GMAIL.COM
TELE. 963 810 774
CHOSICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACION Y
PAVIMENTACION – DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS – ASESORÍA TÉCNICA

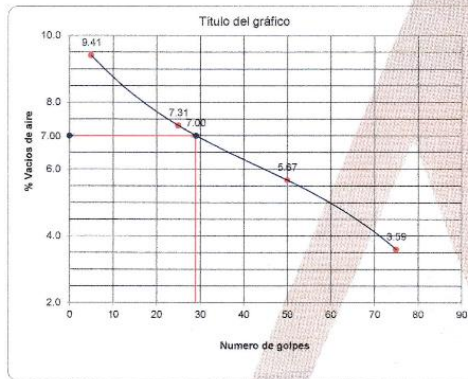
GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS : FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE AV. CONFRATERNIDAD KM 1+060 AL 3+860 TALAVERA 2024
 TESISTA : VICTOR RAUL AMAO ESLANCHIN
 MATERIAL: MEZCLA ASFALTICO EN CALIENTE
 CANTERA: CHUMBABO - TALAVERA
 FECHA: 10/05/2024
 HECHO POR : D.A.P.
 ING. RESPONSABLE :

Nº golpes	% vacios
75	3.59
50	5.67
25	7.31
5	9.41

Nº golpes	% vacios
20	7.00



Observaciones



SLA INGENIERIA

MOLMER CHAVEZ CERVANTES
 CIP. N° 256006
 ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”

COMPACTACION VARIABLE				
TÍTULOS : PISOAMIENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE AV.				
CONTRATISTAS: VICTOR RAUL AMARO ISLANCHEN				
HECHO POR: D.A.P.				
MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE				
ING. RESPONSABLE: H.C.C.				
CANTERA: CHUMBAO - TALAVEA				
FECHA: 10/05/2024				

Nº Probetas	01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico	5.0%			
Nº golpes por curso	9			
A. Espesor	cm			
B. Peso Probeta al Aire	gr	1243.6	1242.3	1245.8
C. Peso de la Probeta Saturada	gr	1261.1	1260.9	1260.8
D. Peso de la Probeta en el Agua	gr	717.2	720.9	717.8
E. Volumen de la Probeta (B-C)	cc	549.9	549.0	549.5
F. Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.286	2.263	2.296
G. Peso Específico Máximo (B/C)	gr/cc	2.519	2.519	2.519
H. % Vacíos $100^*(F-E)/F$	%	9.23	10.15	8.84

Nº Probetas	01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico	5.0%			
Nº golpes por curso	23			
A. Espesor	cm			
B. Peso Probeta al Aire	gr	1238.4	1243.0	1249.7
C. Peso de la Probeta Saturada	gr	1250.4	1254.3	1252.4
D. Peso de la Probeta en el Agua	gr	719.3	721.6	723.8
E. Volumen de la Probeta (B-C)	cc	580.9	582.7	582.8
F. Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.335	2.333	2.337
G. Peso Específico Máximo (B/C)	gr/cc	2.519	2.519	2.519
H. % Vacíos $100^*(F-E)/F$	%	7.32	7.37	7.23

Nº Probetas	01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico	5.0%			
Nº golpes por curso	30			
A. Espesor	cm			
B. Peso Probeta al Aire	gr	1238.8	1243.8	1247.5
C. Peso de la Probeta Saturada	gr	1244.2	1249.4	1251.3
D. Peso de la Probeta en el Agua	gr	723.0	725.3	723.7
E. Volumen de la Probeta (B-C)	cc	521.2	522.9	523.6
F. Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.377	2.379	2.373
G. Peso Específico Máximo (B/C)	gr/cc	2.519	2.519	2.519
H. % Vacíos $100^*(F-E)/F$	%	5.64	5.37	5.79

Nº Probetas	01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico	5.0%			
Nº golpes por curso	73			
A. Espesor	cm			
B. Peso Probeta al Aire	gr	1246.4	1243.7	1247.5
C. Peso de la Probeta Saturada	gr	1247.4	1246.7	1248.5
D. Peso de la Probeta en el Agua	gr	732.9	735.3	735.5
E. Volumen de la Probeta (B-C)	cc	514.3	511.4	514.0
F. Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.428	2.438	2.447
G. Peso Específico Máximo (B/C)	gr/cc	2.519	2.519	2.519
H. % Vacíos $100^*(F-E)/F$	%	3.83	3.30	3.65

Observaciones:



S.L.A. INGENIERÍA
HOLMER CHAVEZ CERVANTES
CIP. Nº 258005
ING. DE CALIDAD

“ PASIÓN POR LA CALIDAD ”

Anexo 4: Informe de composición química de ceniza de tara



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-2024-0725

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : VÍCTOR RAÚL AMAO ESLACHIN
1.2 RUC o DNI : 75460556
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

- 2.1 Producto : CENIZAS
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2024-04-16
2.5 Período de Ensayo : 2024-04-16 al 2024-04-24
2.6 Fecha de Emisión : 2024-04-24
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa
2.8 N° de cotización : COT-116190-SL24

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
<u>Ensayo de Fluorescencia de Rayos X</u> Composición Química por (óxidos): SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , CaO, TiO ₂ , K ₂ O, Na ₂ O, etc.	Fluorescencia de Rayos X - FRX

4. RESULTADOS

- 4.1. Descripción de Muestra: "Ceniza de tara: incineración de Tallos, ramas, vainas de la Tara Fibrocemento y Ceniza de Tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la Av. Confraternidad Km 1+060 - 3+860 Talavera 2023" (c)


DIEGO ROMÁN VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

V04
2024-04-10

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.
Calle 22 Urb. Vipol Naranjal Mz E Lt 07, San Martín De Porres Lima-Perú.
Cel: 926640042

www.slabperu.com | contacto@slabperu.com

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO IE-2024-0725

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Límite de detección del equipo es 0.001%.

Tabla N°1: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ÓXIDOS

Código de laboratorio	Composición Química	Unidad	LCM	Resultado
S-1560	Óxido de Potasio, K ₂ O	%	0.001	64.735
	Óxido de Calcio, CaO	%	0.001	16.065
	Óxido de Fósforo, P ₂ O ₅	%	0.001	7.163
	Óxido de Magnesio, MgO	%	0.001	6.183
	Óxido de Azufre, SO ₃	%	0.001	2.029
	Óxido de Silicio, SiO ₂	%	0.001	1.548
	Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	%	0.001	1.200
	Óxido de Zinc, ZnO	%	0.001	0.770
	Óxido de Estroncio, SrO	%	0.001	0.098
	Óxido de Manganeso, MnO	%	0.001	0.080
	Óxido de Rubidio, Rb ₂ O	%	0.001	0.059
Óxido de Cobre, CuO	%	0.001	0.070	

Nota: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

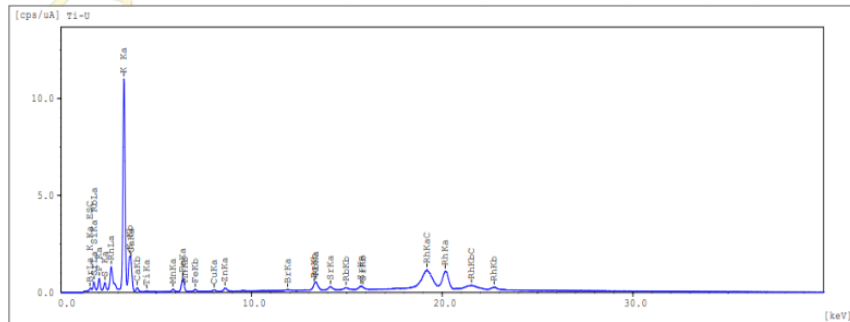


Imagen N°1: GRÁFICO DE ENERGÍA DE ANÁLISIS

Anexo 5: Informe de composición química de fibrocemento



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.**

INFORME DE ENSAYO IE-2024-1144

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : VÍCTOR RAÚL AMAO ESLACHIN
1.2 RUC o DNI : 75460556
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FIBRA DE FIBROCEMENTO
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2024-05-21
2.5 Período de Ensayo : 2024-05-27 al 2024-06-08
2.6 Fecha de Emisión : 2024-06-10
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa
2.8 N° de cotización : COT-122030-SL24

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Ensayo de Fluorescencia de Rayos X Composición Química por óxidos: SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, MgO, K ₂ O, Na ₂ O, etc.	Fluorescencia de Rayos X - FRX

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Fibra de fibrocemento para tesis en mezclas asfáltica @stigación

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

V04
2024-04-10

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.
Calle 22 Urb. Vípol Naranjal Mz E Lt 07, San Martín De Porres Lima-Perú.
Cel: 926640042

www.slabperu.com | contacto@slabperu.com

Página 1 de 3

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Límite de detección del equipo es 0.001%.

Tabla N°1: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ÓXIDOS

Código de laboratorio	Componente	Unidad	LCM	Resultado
S-2206	Óxido de calcio, CaO	%	0.001	41.582
	Óxido de azufre, SO3	%	0.001	35.964
	Óxido de fósforo, P2O5	%	0.001	0.902
	Óxido de silicio, SiO2	%	0.001	0.811
	Óxido de estroncio, SrO	%	0.001	0.417
	Óxido de hierro, Fe2O3	%	0.001	0.298
	Óxido de potasio, K2O	%	0.001	0.204
	Óxido de zirconio, ZrO2	%	0.001	0.022
	Pérdida por Calcificación	%	0.001	19.800


Nota: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

Tabla N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ELEMENTOS

Código de laboratorio	Componente	Unidad	LCM	Resultado
S-2206	Calcio, Ca	%	0.001	52.221
	Azufre, S	%	0.001	25.310
	Fósforo, P	%	0.001	0.692
	Silicio, Si	%	0.001	0.666
	Estroncio, Sr	%	0.001	0.619
	Hierro, Fe	%	0.001	0.366
	Potasio, K	%	0.001	0.298
	Circonio, Zr	%	0.001	0.029
	Pérdida por Calcificación	%	0.001	19.800

Nota: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

Anexo 6: Granulometría de agregado fibrocemento



GEOCONTROL PERU
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
 Cel: 963583788 - 928188964
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - FIBROCEMENTO

Código	FOR-PR-LAB-AG-001.02
Revisión	2
Aprobado por:	CC-GEO
Fecha	04/06/2024

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

PROYECTO : Fibrocemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente para la av. confraternidad km 1+080-3+860 Talavera 2024
SOLICITANTE : Victor Raúl Amao Estachín
UBICACIÓN : Av. confraternidad km 1+080-3+860 Talavera .

Material : Fibrocemento
N° Muestra : 1

Aprobado por: CJRT
Ensayado por: CJRT
Fecha de ensayo: 04/06/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

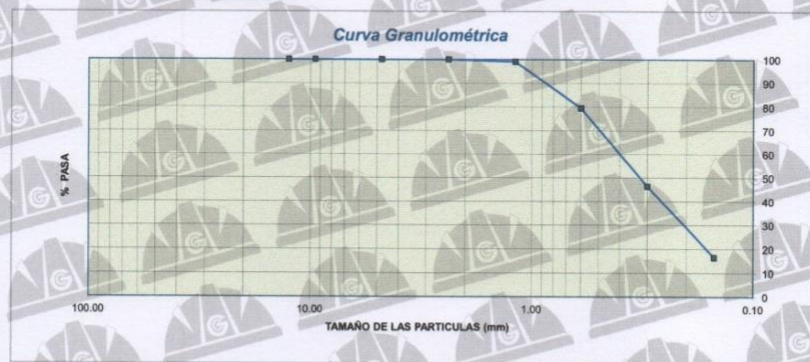
Método de preparación de muestra : Seco a horno
Método de tamizado : Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo	500.0 gr.	Contenido de Humedad	2.0 %
Peso inicial seco	490.0 gr.	Tamaño máx. nominal	N° 16
		Módulo de finura	1.59


MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 04	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 08	2.38	0.2	0.0	0.0	100.0	
N° 16	1.19	4.3	0.9	0.9	99.1	
N° 30	0.60	95.9	19.6	20.5	79.5	
N° 50	0.30	162.0	33.1	53.6	46.4	
N° 100	0.15	146.3	29.9	83.5	16.5	
FONDO		81.30	16.6	100.1	-0.1	

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



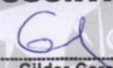
OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC

Elaborado por:




Katherine R. Soriano Rodríguez
TÉC. DE LABORATORIO

Revisado por:



Gilder García Guzmán
INGENIERO CIVIL
CIP N° 299741

Aprobado por:




José C. López García
CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio

Jefe de Laboratorio **Ingeniero de Suelos y Pavimentos** **Control de Calidad GEOCONTROL PERU**

www.geocontrolperu.com.pe

GEOCONTROL PERU SAC Y SERVICIOS

Anexo 7: Granulometría de agregado ceniza de tara



GEOCONTROL PERU
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
 Cel: 963583788 - 928188964
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-FR-LAB-AG-001.02
		Revisión	2
		Aprobado	CC-GEO
		Fecha	04/06/2024

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

PROYECTO	Fábrica de cemento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en calle en la av. confraternidad km 1+080-3-960 Talavera 2024		
SOLICITANTE	Victor Raúl Armas Estachín		
UBICACIÓN	Av. confraternidad km 1+080-3-960 Talavera.		

Material	CENIZA DE TARA	Aprobado por:	CJRT
N° Muestra	T	Ensayado por:	CJRT
		Fecha de ensayo:	04/06/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

Método de preparación de muestra: Seco a horno
Método de tamizado: Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo	300.0	gr.	Contenido de Humedad	85.6	%
Peso inicial seco	160.8	gr.	Tamaño máx. nominal	N° 16	
			Módulo de finura	1.47	


MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 04	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 08	2.36	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 16	1.19	0.4	0.2	0.2	99.8	
N° 30	0.60	10.9	6.6	7.0	93.0	
N° 50	0.30	70.2	43.7	50.7	49.3	
N° 100	0.15	61.2	38.1	88.8	11.2	
FONDO		18.10	11.3	100.1	-0.1	

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



Curva Granulométrica

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS.

Elaborado por:  Katherine R. Zambón Rodríguez T.E.C. DE LABORATORIO	Revisado por:  Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 239741	Aprobado por:  José L. López García CONTROL DE CALIDAD Técnico de Laboratorio
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

www.geocontrolperu.com.pe

Anexo 8: PANEL FOTOGRAFICO
SEMANA 1: incineración de la Tara



Trituración de Fibrocemento:



Semana 2: Adquisición de los Agregados finos y gruesos



Granulometría de agregados.





Semana 3: Diseño de mezcla asfáltica con diferentes porcentajes de cemento asfáltico.







CERTIFICADOS

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle 22 Mz E Lt 7 Urbanización Vipol de Naranjal, distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 21 de julio de 2023

Fecha de Vencimiento: 20 de julio de 2026



Cédula N°: 228-2023-INACAL/DA
Contrato N°: 039-2023-INACAL-DA
Registro N°: LE-211

PATRICIA AGUILAR RODRÍGUEZ
Directora (d.t.), Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 15 de agosto de 2023

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados, y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) de Inter-American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 03

Informe de revisión de proyectos de investigación del Comité de Ética en Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

El que suscribe, presidente del Comité de Ética en Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, deja constancia que el proyecto de investigación titulado **FIBROCEMENTO Y CENIZA DE TARA COMO RELLENO MINERAL EN LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA AV. CONFRETERNIDAD KM 1.060- 3+860. TALAVERA** , presentado por los autores AMAO ESLACHIN VICTOR RAUL y coautor **No posee**, ha pasado una revisión **EXPEDITA/COMPLETA** por Dr. Leopoldo, Choque Flores, Mg. Clemente Condori Luis Jimmy, Mg. Aybar Arriola Gustavo Adolfo, Mg. Benites Chero Julio César, Mg. Diaz Garcia Gonzalo Hugo, Mg. Marin Cubas Percy Lethelier, Mg. Escalante Contreras Jorge, Mg. Pinto Barrantes Raul Antonio, Mg. Walter Guevara Bustamante, Mg. Prieto Monzon Pedro Pablo, Dr. Paredes Aguilar Luis, Mg. Noriega Vidal Eduardo Manuel, Abog. Henner Elias Verastegui Perez , y de acuerdo con la comunicación remitida el 25 DE NOVIEMBRE del 2023 por correo electrónico se determina que la continuidad para la ejecución del proyecto de investigación cuenta con un dictamen:
(X)favorable ()observado ()desfavorable.

Lima, **30 de noviembre** del 2023

Dr. Leopoldo Choque Flores	Presidente Jefe de escuela - Escuela de Ingeniería Civil Ate		Mg. Pinto Barrantes Raul Antonio	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Lima Norte	
Mg. Clemente Condori Luis Jimmy	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Ate		Mg. Walter Guevara Bustamante	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Moyobamba	
Mg. Aybar Arriola Gustavo Adolfo	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Callao	 <small>AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO INGENIERIA CIVIL REG. CO. Nº 4708</small>	Mg. Prieto Monzon Pedro Pablo	Acesitario Docente - Escuela de Ingeniería Civil Piura	
Mg. Benites Chero Julio César	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Chiclayo		Dr. Paredes Aguilar Luis	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Tarapoto	
Mg. Diaz Garcia Gonzalo Hugo	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Chimbote		Mg. Noriega Vidal Eduardo Manuel	Docente - Escuela de Ingeniería Civil Trujillo	
Mg. Marin Cubas Percy Lethelier	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Huaraz		Abog. Henner Elias Verastegui Perez	Miembro externo	
Mg. Escalante Contreras Jorge	Miembro Docente - Escuela de Ingeniería Civil Lima Este				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, AMAO ESLACHIN VICTOR RAUL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Fibroceso y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
VICTOR RAUL AMAO ESLACHIN DNI: 75460556 ORCID: 0000-0003-0764-5939	Firmado electrónicamente por: VAMAOE el 09-07-2024 21:22:49

Código documento Trilce: TRI - 0806487



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Fibrocimiento y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. C [Ir a la página 10](#) 1+060-3+860 Talavera 2023", cuyo autor es AMAO ESLACHIN VICTOR RAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 10-07- 2024 15:01:42

Código documento Trilce: TRI - 0806488



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Fibroceso y ceniza de tara como relleno mineral en la mezcla asfáltica en caliente de la av. Confraternidad Km 1+060-3+860 Talavera 2023", cuyo autor es AMAO ESLACHIN VICTOR RAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 10-07- 2024 15:01:42

Código documento Trilce: TRI - 0806488