



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Eddy Hanzon Rujel Briones

Paola Fresia Vasquez Cango

Asesor:

Mg. Lic. Henry J. Villanueva Bazán

<https://orcid.org/0000-0001-8814-6079>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	NIXON BRAYAN PECHE MELO
Presidente(a)	Nombre y Apellidos

Jurado 2	NEICER CAMPOS VASQUEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZÁN
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud



Página 2 of 104 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega tm:oid::1:3052214638

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

Exclusiones

- ▶ N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

A dios, por haberme dado la vida, por guiarme por el buen camino y entregarme todo lo que tengo, que sin Él no sería nada ahora, a mi señora madre por todos los jalones de oreja, por todos los consejos, esfuerzos y sacrificios que hemos tenido que sobrepasar en el camino, los cuales me han servido para mi formación personal y ahora profesional, a toda mi familia en general y a mis buenos amigos que siempre me bancaron y acompañaron en todo el proceso.

Agradecimiento

A mis Padres por confiar en su menor hijo en que lograría todo esto tarde o temprano y encaminarme con buenos pasos los cuales me han servido para llegar donde estoy, a mi padre por guiarme desde pequeño en la carrera que tanto me gusta, a la casa de estudios de la Universidad Privada del Norte a la cual pertenezco como alumno por brindarme unos excelentes docentes que con gran entusiasmo llegaban a compartimos sus experiencias y hasta el día de hoy nos acompañan en todo el proceso victorioso.

Tabla de contenidos

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III: RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 1 Tipos de métodos de investigación.....	29
Tabla 2 Matriz de Variables.....	30
Tabla 3 Matriz de Clasificación de Variables.....	31
Tabla 4 Análisis Granulométrico - Agregado Fino	38
Tabla 5 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	40
Tabla 6 Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino	42
Tabla 7 Peso específico y Absorción del agregado Grueso	43
Tabla 8 Desgaste de Abrasión de los Ángeles	44
Tabla 9 Equivalente de Arena.....	45
Tabla 10 Limite de plasticidad Malla (N. °200)	45
Tabla 11 Limite Plástico	46
Tabla 12 Parámetros Marshall con fibra de vidrio	47
Tabla 13 Parámetros Marshall asfalto convencional	48
Tabla 14 Resumen de proporciones.....	54

Índice de Figuras

Figura 1 Procedimiento del desarrollo de la investigación.....	35
Figura 2 Curva Granulométrica del Agregado Fino	39
Figura 3 Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	41
Figura 4 Número de golpes vs % de humedad del material	46
Figura 5 Porcentaje de Fibra vs Estabilidad (kg)	49
Figura 6 Porcentaje de Fibra vs Flujo.....	49
Figura 7 Porcentaje de Fibra vs VMA.....	50
Figura 8 Porcentaje de Fibra vs %VA	50
Figura 9 Porcentaje de Fibra vs VFA	51
Figura 10 Porcentaje de Fibra vs Densidad	51
Figura 11 Porcentaje de Fibra vs Estabilidad	55
Figura 12 Porcentaje de Fibra vs Flujo.....	56
Figura 13 Porcentaje Fibra vs VMA.....	57
Figura 14 Porcentaje de fibra de vidrio vs %VA.....	58
Figura 15 Porcentaje Fibra vs VFA	59
Figura 16 Fibra de Vidrio vs Densidad	60

Resumen

El presente proyecto de investigación denominado “Efecto de la fibra de vidrio en 1%, 3% y 7% en las propiedades físico mecánicas en el cemento asfáltico en caliente”, cuya investigación fue realizada con la finalidad de conocer la influencia de la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente como mejoramiento de carpeta asfáltica para terrenos en suelos arcillosos y como extra la fibra de vidrio podrá generar una alerta cuando un vehículo encienda sus luces, en etapas de noche se hará notar su reflejo dando una mejor visión al conductor. Esta investigación tiene como enfoque cuantitativo con nivel descriptivo – explicativo, tipo experimental.

En el diseño de la mezcla asfáltica en caliente se muestra mejoras para la carpeta asfáltica, donde se realizará 16 briquetas, los cuales tuvieron un agregado del porcentaje de asfalto del 5%, hasta obtener el resultado optimo de la briketa, una vez obtenido ese dato procedemos aplicar fibra de vidrio equivalente a 1%, 3% y 7%. Obteniendo como resultados positivos al comparar el diagrama de asfalto modificado con el diagrama de asfalto sin fibra de vidrio.

Con los resultados obtenidos podemos finalizar que el asfalto modificado con adición de fibra de vidrio da a notar un mejor comportamiento de estabilidad y flujo mediante el ensayo Marshall.

Palabras Claves

Fibra de Vidrio, Mezcla asfáltica en caliente, carpeta de rodadura asfáltica, estabilidad de asfaltó.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En el mundo entero el desarrollo de Urbanizaciones o de obras viales toma gran envergadura en la vida cotidiana de las personas que constituyen cada una de ellas, donde más se ve afectado es en Latinoamérica, teniendo como afectación problemática en sus carreteras y llegando a sus pistas principales de las ciudades.

En Norte América en los Estados Unidos incorporan los residuos plásticos, convirtiéndolo en material agregado para la mezcla de asfalto para carreteras en todo el país. Se están realizando programas piloto en Estados como Missouri, Pensilvania, Virginia, California y Hawái. En Australia se realizó un tramo de carretera con materia prima de millones de mascarillas usadas, por otro lado EE. UU está incluyendo neumáticos triturados para sus carreteras con asfalto, Hawái incluye 150.000 botellas recicladas de agua para su carpeta asfáltica (Corbley, 2022).

En el aeropuerto de Jackson Hole en el condado de Teton, Wyoming, se realiza la colocación de una capa delgada de asfalto que contiene Fibra en proyectos de pistas. Por el buen desempeño de la Fibra con el asfalto en diferentes pistas de aterrizaje de aeropuertos y estacionamientos, pueden disfrutar de una vida útil y larga del pavimento con una mayor estabilidad estructural, (Nazar, 2014) nos indica que el asfalto a 3.5 pulgadas de profundidad aplicándole la Fibra llega a ser tan fuerte como un asfalto de 5.5 pulgadas de profundidad.

En el condado de Washoe, Nevada, se realizó una pavimentación con una membrana absorbente de tensión y resistente a las grietas colocando una red de hebras de fibra de vidrio entre dos capas de emulsión modificada con polímeros, todas colocadas paralelamente y con una capa de viruta que posteriormente será compactada con rodillos neumáticos dando resultados positivos (Kuennen, 2014).

Las carreteras de América Latina no están suficientemente preparadas para enfrentar un cambio climático (CAF, 2019). Al contar con carreteras pavimentadas en buenas condiciones es fundamental para poder obtener una mejor transitabilidad vehicular en las zonas urbanas y partes alejadas de nuestro Perú.

En los siguientes artículos de investigación verificamos los resultados de cada autor, como antecedentes locales, tenemos a los siguientes:

Según (García Jibaja, 2023), en su tesis de grado titulada: “Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo”. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo, como **Metodología:** Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo; empleando un diseño de investigación experimental, de tipo aplicada, de nivel explicativo. Contó con una población y muestra de 24 briquetas, aplicándoles como técnica la observación y como instrumento la ficha de observación, para analizar los datos se empleó la estadística descriptiva, y los **Resultados:** Se logró la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de vidrio de 3% al 6%, para los siguientes ensayos, porcentaje de vacíos; densidad; estabilidad y viscosidad, finalmente como **Conclusión:** Concluyendo que el valor óptimo

de adición de fibra de vidrio es de 4%, es el que brinda mejor desempeño en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica.

Según (Pinedo Pinedo & Melendrez Caucha , 2020) en su tesis de grado titulada: “Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad”. Se concluyó: La investigación tuvo como **Objetivo:** Evaluar el efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad, como **Metodología:** Se tuvo en cuenta el tipo cuantitativa por el enfoque, transversal por su temporalidad, explicativo por el nivel de alcance que presenta, de tipo básica por su finalidad, y de laboratorio. Siento dicho proyecto una investigación Experimental Puro. **Resultados:** se realizaron los respectivos ensayos de laboratorio para determinar las características que estos presentan, como análisis granulométrico, partículas chatas y alargadas, abrasión los ángeles, entre otros. Teniendo como porcentaje de agregados a utilizar de 50 % para el agregado fino, 48 % de agregado grueso y 2 % de cal hidráulica, con diferentes porcentajes de cemento asfáltico de 5.5 %, 6.0 %, 6.5 %, 7.0 % y 7.5 %, para la respectiva elaboración de la mezcla asfáltica, se realizó el diseño por el método Marshall, el cual fueron ensayados según los parámetros de la norma (MTC E-504), logrando obtener un porcentaje óptimo de cemento asfáltico del 6.3 % y logrando alcanzar una estabilidad de 1240 kg, con un flujo de 3.3 mm, y en comparación con la mezcla asfáltica modificada con la incorporación de porcentajes de vidrio molido reciclado de 10 %, 15 % y 20 %, se tiene estabilidad 1154kg, 1271 kg y 1141 kg y un flujo de 3.95 mm, 3.20 mm y 3.46 mm respectivamente, el resultado más obtenido en la curva es de 1278 kg para estabilidad y 3.21 mm para el flujo, **Conclusión:** Los resultados del ensayo de resistencia al desgaste de acuerdo a la norma (ASTM C 5335 y MTC E-515), para lo cual los porcentajes de

incorporación de vidrio molido reciclado en 10 %, 15 % y 20%, fueron de 15.13 %, 17.52% y 20.60% respectivamente, con un grupo control sin incorporación de vidrio molido y con un porcentaje óptimo de cemento asfáltico del 6.3%, la mezcla modificada a mayor adición de vidrio molido reciclado la durabilidad disminuye para esta investigación.

Como resultados de cada autor de antecedentes nacionales, tenemos a los siguiente:

Según (Loayza Tarillo, 2023), en su tesis de grado titulada: “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del micropavimento con adición de fibra de vidrio”, Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del Micropavimento con adición de fibra de vidrio, como **Metodología:** El enfoque es cuantitativo dado que hace uso de técnicas y métodos que permiten al usuario la recolección y posterior análisis de datos obtenidos en base a la observación, estadísticas, entre otros, **Resultados:** Los agregados pétreos utilizados cumplían con los requisitos necesarios en términos de calidad. Sin embargo, se observó que la mezcla modificada con 3% de fibra de vidrio se acercaba más a la mezcla patrón. Esta mezcla presento una estabilidad de 948.33 kg y un flujo de 3.68 mm, en comparación de los valores de referencia como los 1142.33 kg y 3.30 mm del patrón y como **Conclusión:** Se concluyó que la adición de fibra de vidrio tuvo un efecto negativo en la mezcla de micropavimentos. A pesar de cumplir con los requisitos de calidad, la presencia de ésta alteró las propiedades de la pasta de micropavimento, lo que resultó una disminución de la estabilidad y el aumento del flujo de la mezcla.

Según (Ponce Quispe, 2021), en su tesis de grado titulada: “Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021”. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Analizar la influencia de la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021, como **Metodología:** Esta investigación tiene como enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo – explicativo, tipo experimental y de diseño experimental y los **Resultados:** En el diseño de la mezcla asfáltica en caliente se muestran mejoras para rehabilitar los pavimentos flexibles, donde se realizaron 8 briquetas, 2 sin adición de fibras y 6 con la adición de fibras de vidrio con los siguientes porcentajes de adición al 1%, 3% y 5%. Teniendo resultados positivos a la hora de comparar el asfalto modificado con el asfalto sin fibras de vidrio y como **Conclusión:** Se puede concluir que el asfalto modificado con adición de fibras de vidrio muestra un mejor comportamiento de estabilidad y flujo mediante el ensayo Marshall, finalmente se puede decir que el valor optimo aceptable para un diseño de mezcla asfáltica es de 3% de adición con fibras de vidrio.

Según (Suncha Odias & Tores Angeles, 2023), en su tesis de grado titulada “Diseño de pavimento flexible Incorporando fibra de vidrio en la Carpeta Asfáltica, Avenida Inca Wiracocha, Jicamarca, Lima 2023”. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Determinar de qué manera el diseño de pavimento flexible, incorporando fibras de vidrio mejora la capeta asfáltica, avenida Inca Wiracocha, Jicamarca, Lima 2023, como **Metodología:** La siguiente investigación tiene un enfoque cuantitativo, tipo aplicada con un diseño cuasi experimental y los **Resultados:** Fueron favorables con la dosificación al 1% de fibra de vidrio el cual pudimos mejorar la estabilidad, flujo y disminuir los porcentajes de vacíos, se pudo deducir que dicho aditivo

influye de forma positiva en la resistencia mecánica, asimismo se realizó el diseño vial con la intención de mejorar el acceso y durabilidad de la Av. Wiracocha y como

Conclusión: Se determinó que la incorporación de fibra de vidrio mejora la carpeta asfáltica en diferentes factores mecánicos, así como la estabilidad, el vacío lleno de cemento asfáltico y la reducción del porcentaje de vacíos. Asimismo, cumple con el flujo y vacío de agregado mineral que dicta la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el Manual de Carreteras- Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013.

Como resultados de cada autor de antecedentes internacionales, tenemos a los siguientes:

Según (Quizhpilema, 2022), en su tesis de grado titulada “Evaluación de la macrotextura a una Mezcla Asfáltica Permeable al incorporar fibra de vidrio como mejorador de las propiedades Marshall”. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como

Objetivo: Establecer la cantidad óptima de fibra de vidrio y agregados pétreos disponibles en la zona central en el diseño de una mezcla asfáltica permeable para la posterior determinación de macrotextura, como **Metodología:** En el presente trabajo se utilizó una metodología experimental - cuantitativa mediante un diseño exploratorio y los

Resultados: Se encontró que las mezclas asfálticas elaboradas con el 2% de fibra de vidrio presentó una mayor textura superficial en comparación a la muestra testigo. Según el MOP, el valor mínimo a obtener en el ensayo de macrotextura mediante el círculo de arena debe ser de 0.5 mm y los resultados obtenidos en este ensayo se encuentran por encima de dicho valor normado indicando que las mezclas permeables gozan de una rugosidad satisfactoria y como **Conclusión:** El porcentaje de absorción de la fibra de vidrio resultó considerablemente elevado en comparación con los demás agregados

usadas en la mezcla, siendo una de las razones de que la estabilidad se vea afectada, pues se observó que a mayor adición de fibra de vidrio menor fue la cantidad de recubrimiento del bitumen en los agregados, provocando que estos se disgreguen por falta de cohesión.

Según (Revelo, 2015), en su tesis de grado titulada “Estabilización de Mezclas Asfálticas drenantes mediante la inclusión de Fibras de Vidrio y Metálicas”. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Determinar las características mecánicas de las mezclas asfálticas drenantes mediante el empleo de fibras de vidrio y fibras metálicas, para mostrar el efecto que producirá, las fibras en la permeabilidad de la mezcla, como **Metodología:** Se realizó una investigación experimental a partir de las mediciones de las características que presentan las mezclas asfálticas drenantes, mediante ensayos de laboratorio y los **Resultados:** Los resultados del cántabro húmedo nos da como porcentaje óptimo de cemento asfáltico el valor 3,65 %, valor similar al arrojado por el cántabro seco de 3,7 %, con el cumple la especificación requerida Valores de Cántabro húmedo para el ligante óptimo: 3,65 % asfalto y 18,60 % de desgaste. En el ensayo de estabilización Marshall, a pesar de poseer un alto porcentajes de vacíos se alcanza una buena estabilidad para las mezclas drenantes, la máxima estabilidad es de 1938 kg/m³ con un contenido de asfalto de 3,5 % y como **Conclusión:** La inclusión de la fibra ayudo a mejorar el comportamiento mecánico de la mezcla, la utilización del 0,3 % de fibras para ambos casos obtuvo resultados favorables, la fibra de vidrio obtuvo mejoras en las características mecánicas de 7.34%, la fibra metálica consiguió una mejora de 6.45% respecto al diseño patrón, por lo que se podría bajar el porcentaje del ligante asfáltico manteniendo la misma cantidad de fibra y llegar a resultados confiables.

Según (Hernández Hernández & Rodríguez Ayala, 2018), en su tesis de grado titulada “Modificación de Mezclas Asfálticas listas para instalar en caliente mediante Fibras de Vidrio Y Fibras SikaFiber® AD”. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Modificar la mezcla asfáltica EZ Street Asphalt en caliente adicionando fibra de vidrio y fibras SikaFiber® AD, con el fin de mejorar su estabilidad, densidad y flujo. **Metodología:** Para la realización de este proyecto se utilizó el método experimental. Aplicando este método se estudia el contexto más detalladamente buscando encontrar un tipo de fibra que mejore las problemáticas de estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica EZ Street Asphalt y los **Resultados:** Según los resultados obtenidos de los ensayos Marshall de laboratorio, ningún tipo de fibra utilizada para la modificación de la mezcla asfáltica EZ Street Asphalt, causó mejoras en las propiedades mecánicas de la misma. En cambio, sí se pudo observar y constatar mediante los ensayos Marshall que el incrementar la temperatura de compactación de la mezcla asfáltica genera cambios relevantes y valiosos en la estabilidad y flujo, contrario a lo aportado por las fibras y como **Conclusión:** Las briquetas patrón de mezcla asfáltica EZ Street Asphalt en frío, no arrojaron resultados favorables en comparación con las briquetas patrón en caliente, las cuales se vieron influenciadas positivamente por el incremento en la temperatura de compactación. No se produjo cambios significativos en las propiedades mecánicas de la mezcla EZ Street Asphalt al adicionarle fibra de vidrio. Por el contrario, esta fibra de vidrio produjo un aumento del flujo.

De igual manera, para respaldar teóricamente el desarrollo de esta investigación, se presentan a continuación los conceptos clave que están vinculados con las etapas de un proyecto.

En cuanto al pavimento, están formadas por varias capas horizontales superpuestas, compuestas por materiales cuidadosamente seleccionados. Estas construcciones se planifican para resistir las cargas generadas por el tráfico y las condiciones climáticas. Además, su diseño se orienta a proporcionar un paso eficiente, seguro y cómodo para los vehículos que circulan sobre ellas durante un período determinado (Rondon & Reyes, 2015).

Pavimento Flexible, se pueden describir como construcciones viales que consisten en una capa de asfalto colocada sobre capas de menor rigidez, compuestas por materiales granulares sin tratamiento o con algún tipo de ligante (base, subbase, afirmado, y en ocasiones, subrasante mejorada o material de conformación). Estas capas, a su vez, se apoyan sobre el terreno natural o la subrasante (Rondon & Reyes, 2015).

Sub-rasante, es la capa de suelo de una carretera que sustenta la estructura del pavimento y se extiende hasta una profundidad que no interfiera con la carga prevista por el tráfico. El grosor del pavimento dependerá en gran medida de la calidad de esta capa subyacente, por lo que es esencial que cumpla con los estándares de resistencia, incompresibilidad e impermeabilidad a la expansión y contracción causadas por los efectos de la humedad (Humpiri, 2015).

Sub-base, es la capa de la estructura de pavimento que tiene como función principal resistir, transmitir y distribuir de manera uniforme las cargas que actúan sobre la superficie de rodadura. Esto se realiza para que la capa de sub-rasante pueda absorber las variaciones inherentes al suelo, evitando así posibles impactos en la sub-base. La sub-base desempeña un papel crucial en controlar los cambios de volumen y elasticidad que podrían ser perjudiciales para el pavimento. Además, se utiliza como capa de drenaje y

para controlar la ascensión capilar del agua, protegiendo la estructura del pavimento. Por lo general, se emplean materiales granulares para esta capa. Durante las épocas de heladas, la capilaridad del agua puede provocar un aumento de volumen debido al congelamiento, lo que puede resultar en fallos en el pavimento si no cuenta con una sub-rasante o sub-base adecuada (Humpiri, 2015).

Base granular, es la capa base del pavimento, esta desempeña una función esencial al distribuir y transferir las cargas generadas por el tráfico hacia la sub-base y, a través de esta, hacia la sub-rasante. Esta capa sirve como la base sobre la cual se instala la capa de rodadura. La base está compuesta por piedra de alta calidad que ha sido triturada y mezclada con material de relleno, o bien, por una combinación de piedra o grava, arena y suelo en su estado natural. La estabilidad de esta capa dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, y todas estas propiedades estarán determinadas por la proporción de finos en relación con el agregado grueso (Humpiri, 2015).

Carpeta asfáltica o superficie de rodadura, se trata de la capa situada encima de la base, cuyo propósito fundamental es salvaguardar la estructura del pavimento al impermeabilizar la superficie. Su función principal es prevenir la filtración de agua de lluvia que podría saturar las capas inferiores del pavimento, y, además, actúa como barrera para evitar la desintegración de las capas subyacentes debido al tráfico vehicular (Humpiri, 2015).

Fibra de vidrio, comprende una serie de productos fabricados a partir de hebras sumamente finas de vidrio que se entrelazan en diversas configuraciones o formas, creando una tela o malla. Esto da lugar a un material flexible, altamente resistente al calor,

liviano, capaz de resistir a muchos productos químicos, buen aislante eléctrico y económico (Areatecnologica, 2014).

Tipos de fibra de vidrio las variedades más significativas de fibra de vidrio se dividen en ocho categorías clave: el vidrio eléctrico, el vidrio de alto contenido álcali, el vidrio de alto desempeño mecánico, el vidrio dieléctrico, el vidrio álcali resistente (AR), el vidrio químico, el vidrio de boro y el vidrio X (Alvarado, Alvares, Pinzon, & Becerra, 2019).

Vidrio E (eléctrico) es la variante de fibra de vidrio más empleada en el mercado, especialmente en el sector textil. Se destaca por sus características dieléctricas, posibilitando el aislamiento de conductores eléctricos expuestos a elevadas temperaturas.

Vidrio A contiene una elevada proporción de álcalis, lo cual excluye su uso en los PFRP. Exhibe una resistencia eléctrica satisfactoria y se emplea con frecuencia como agente impermeabilizante.

Vidrio AR es la única variedad de vidrio que puede integrarse con el hormigón o cemento, ya que cualquier otra sería susceptible a la corrosión por los álcalis liberados durante la hidratación.

Vidrio C (químico) es una fibra con una notable resistencia a productos químicos, y se emplea en capas exteriores de estructuras o tuberías como un agente protector contra la corrosión.

Vidrio R (resistencia) es un material aplicado en estructuras que demandan elevadas propiedades mecánicas, siendo fundamental en sectores como la aviación y la fabricación de armamento debido a su destacado rendimiento en resistencia a la tracción y un módulo

de elasticidad superior a otras variantes de fibra de vidrio. Además, cumple con los requisitos en términos de resistencia a la fatiga, temperatura y humedad.

Vidrio D(dieléctrico) debido a su constante dieléctrica constante y la consiguiente minimización de pérdidas eléctricas, resulta ideal para aplicaciones que demandan permeabilidad en relación con las ondas electromagnéticas, como es el caso de los radares.

Vidrio B (boro) dispone de notables propiedades eléctricas y una resistencia destacada, lo que lo convierte en una elección excelente para equipar laboratorios de química y biología. Además, encuentra aplicación en la cocina, decoración, iluminación y, en ciertos casos, en la fabricación de ventanas.

Vidrio X su rasgo distintivo radica en su transparencia a los rayos, atribuida a la presencia de óxido de litio (Li_2O).

Propiedades de la fibra de vidrio estas exhiben diversas ventajas en comparación con otras fibras utilizadas en fibrocementos, como su peso ligero y su capacidad para resistir la corrosión (Alvarado, Alvares, Pinzon, & Becerra, 2019).

Resistencia Mecánica mediante diversos estudios, se ha comprobado que la fibra de vidrio posee una resistencia a la tracción superior y mejoras en diversas propiedades mecánicas en comparación con el acero. Las fibras más delgadas fabricadas son las que exhiben una resistencia más elevada gracias a su ductilidad.

Conductividad Térmica la fibra de vidrio exhibe una conductividad térmica extremadamente baja, la cual está vinculada a su baja densidad. La ligereza de este material suele ser el resultado de poros que se forman en su estructura interna.

Aislamiento es un material completamente aislante, dado que la fibra de vidrio no posee una estructura compacta; la presencia de aire en los poros impide por completo la transferencia de calor.

Envejecimiento se trata de una propiedad distintiva de la fibra de vidrio, en la que el material experimenta desgaste a medida que se expone a condiciones climáticas, humedad o rayos ultravioleta durante su periodo de uso. Estos factores aceleran el proceso de envejecimiento y deterioro de la fibra de vidrio.

Resistencia a la corrosión en la fibra de vidrio actúa como una barrera protectora para materiales adicionales, como el hormigón o PVC, proporcionándoles resistencia contra la corrosión, ya sea causada por agentes químicos o agua salada. Por esta razón, se sugiere su aplicación en diversas áreas industriales y como una alternativa al acero.

Resistencia al Fuego en la fibra de vidrio exhibe un desempeño inadecuado cuando se expone a elevadas temperaturas; en situaciones de fuego, muestra una sensibilidad que resulta en una disminución de las propiedades mecánicas de la barra de fibra.

La Durabilidad en una de las importantes limitaciones de la fibra de vidrio en términos de su durabilidad es que, al estar expuesta al entorno, puede experimentar disminuciones en su resistencia y tenacidad.

Mezcla Asfáltica en estas estructuras se componen de agregados pétreos que varían en granulometría y cumplen con distintos estándares de calidad. Además, muestran divergencias en su función dentro de la configuración del pavimento y en el tipo de material asfáltico o ligante empleado. Por lo general, se producen en plantas mezcladoras, aunque en determinadas circunstancias pueden ser fabricadas directamente en el lugar (Rondon & Reyes, 2015).

Mezcla asfáltica en caliente se trata de una combinación semejante a las mezclas asfálticas en frío (MAF), pero se distingue por utilizar cemento asfáltico como ligante. Además, estas mezclas requieren ser elaboradas, extendidas y compactadas a temperaturas elevadas. La temperatura durante la fabricación de este tipo de mezcla se sitúa entre 110 y 120°C. Su aplicación principal se encuentra en la reparación de baches y en la creación de capas de rodadura (Rondon & Reyes, 2015).

Asfalto se trata de un material termoplástico de tonalidad café oscuro a negro, compuesto por una mezcla de hidrocarburos que funciona como aglomerante. Puede encontrarse de manera natural o ser destilado del petróleo. Este material está conformado por asfáltenos, los cuales le proporcionan color y dureza, y por máltenos, que contribuyen a su cohesión. Es sumamente versátil y tiene un costo razonable. Su adaptabilidad le permite combinarse con prácticamente todos los tipos de áridos. La posibilidad de utilizarlo con áridos locales lo convierte en la opción más económica para la construcción de carreteras a nivel mundial (Quindio, 2017).

Asfalto RC-250 se refiere a un producto líquido de color negro, obtenido mediante la dilución de cemento asfáltico en solventes derivados del petróleo. Este asfalto, cortado y diluido, presenta una alta viscosidad, es de color negro, y puede cubrir eficientemente

diversas superficies con varios tipos de áridos. Además, se mantiene estable durante períodos prolongados de almacenamiento (E.I.R.L, 2013).

Propiedades físicas del asfalto que es un aglomerante robusto y altamente adhesivo, exhibe una notable impermeabilidad y durabilidad. Tiene la capacidad de resistir esfuerzos instantáneos elevados y de fluir bajo la influencia del calor o cargas permanentes. Constituye el componente principal de la mayoría de los petróleos, siendo una sustancia plástica que aporta flexibilidad a la mezcla de áridos, materiales con los que suele combinarse. Su color varía entre tonos café oscuro y negro, y su consistencia puede ser sólida, semisólida o líquida, dependiendo de la temperatura a la que esté expuesto o de la acción de disolventes de volatilidad variable o emulsificación (Guamaniquispe, 2017).

Trabajabilidad la trabajabilidad se refiere a la facilidad con la que se puede colocar y compactar una mezcla de pavimento. Cuando la trabajabilidad es deficiente, se puede mejorar ajustando los parámetros del diseño de mezcla, utilizando un tipo diferente de agregado y/o modificando la granulometría (Minaya & Abel, 2014).

Impermeabilidad es la capacidad de resistir la entrada o paso de aire y agua a través o hacia el interior de un pavimento asfáltico se define como su impermeabilidad. Esta propiedad está directamente vinculada al contenido de vacíos en la mezcla compactada, y gran parte de las conversaciones acerca de los vacíos en las etapas de diseño de mezcla se centran en la consideración de la impermeabilidad (Minaya & Abel, 2014).

Durabilidad es la capacidad de un pavimento asfáltico para resistir factores como la desintegración del agregado, modificaciones en las propiedades del asfalto

(polimerización y oxidación) y la separación de las películas de asfalto define su durabilidad (Minaya & Abel, 2014).

Propiedades mecánicas del asfalto son las propiedades mecánicas, el conjunto de comportamientos y reacciones que presenta la mezcla asfáltica al momento de entrar en contacto con fuerzas externas (Asfalto, 1982).

Estabilidad se vincula con la capacidad del asfalto para tolerar deformaciones bajo cargas de tránsito y oponerse al desplazamiento horizontal, y esto depende de la fricción y cohesión interna. La fricción guarda relación con la geometría y textura de la partícula, mientras que la cohesión está asociada con las propiedades del ligante (Minaya & Abel, 2014).

Fluencia son las mezclas con bajos niveles de fluencia y valores extremadamente elevados de estabilidad Marshall se consideran demasiado quebradizas y rígidas para un pavimento en funcionamiento. Por otro lado, aquellas con altos niveles de fluencia se consideran excesivamente plásticas y propensas a deformarse bajo las cargas del tráfico (Maguiña, 2019).

Densidad es la proporción entre el peso de la mezcla y su volumen unitario. Aunque esta característica no se emplea en el diseño de la mezcla, se utiliza para realizar controles de compactación. En el laboratorio, se le asigna a la mezcla asfáltica compactada una densidad patrón, que actúa como punto de referencia en los controles (Minaya & Abel, 2014).

Porcentaje de vacíos es lo que consiste en el aire atrapado en la mezcla compactada. A medida que disminuye el porcentaje de vacíos de aire, la mezcla se vuelve menos permeable. En el diseño de mezclas tradicionales, los vacíos de aire oscilan entre el 3% y

el 5% en el laboratorio, pero en el campo se permite que los vacíos de aire no superen el 8%, lo que facilita la compactación de la capa bajo el tráfico (Minaya & Abel, 2014).

Ensayo Marshall esta es la metodología comúnmente empleada para medir, evaluar y garantizar la calidad de las mezclas asfálticas tanto en nuestra nación como en otras partes del mundo. Aunque la prueba de estabilidad y fluencia no proporciona una evaluación de propiedades fundamentales de las mezclas asfálticas, constituye un ensayo sencillo y rápido que puede llevarse a cabo con equipos básicos disponibles en cualquier laboratorio de obra (Andreoni, Angelone, & Martínez, s.f.).

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de la Fibra de Vidrio al 1%, 3% y 7% en las propiedades físicas y mecánicas del cemento asfáltico?

1.3 Objetivos

Analizar la influencia de la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Trujillo, 2024.

Objetivos específicos

Determinar la influencia de la incorporación de Fibra de vidrio en diferentes proporciones (1%,3% y 7%) sobre las propiedades mecánicas del asfalto en caliente.

Comparar los resultados obtenidos en las propiedades mecánicas del asfalto modificado con fibra de vidrio con valores normativos o referenciales para asfalto en caliente.

1.4 Hipótesis

La incorporación de fibra de vidrio en contenidos óptimos de 1%, 3% y 7% influye significativamente en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de asfalto en caliente, en comparación del asfalto convencional sin aditivos.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La investigación es de tipo aplicada porque su objetivo principal es darle **Solución a un problema práctico**, de acuerdo con (Arias, 2012) nos explica que este método de investigación permite aplicar la ciencia a los problemas de la sociedad, teniendo como objetivo resolver situaciones que se presentan en la realidad, el enfoque es claro, analizar y estudiar dichos problemas para encontrar la solución. En el presente estudio se prevé evaluar la viabilidad de usar Fibra de vidrio como aditivo directo a la carpeta asfáltica, estudiando el material brinda efectos positivos en las propiedades mecánicas del asfalto, buscando mejorar la calidad de la carpeta asfáltica y explorar alternativas sostenibles y económicas para la industria.

Los estudios aplicados, a diferencia de las teóricas o puras, tiene una visión practica orientada a crear conocimientos que puedan servir de manera inmediata en la mejora de productos, procesos o tecnologías existentes. Es por ello, que los resultados pueden servir directamente para mejorar la carpeta asfáltica y contribuir a la reducción de costos y el aprovechamiento de los productos de la industria de la Fibra de vidrio.

Tipo de Investigación

Evaluar la resistencia del cemento asfaltico en caliente con la adición de la fibra de vidrio en porcentajes de 1%, 3% y 7%; para la comprobación de esta misma se someterá a rotura de briquetas. Todos los parámetros analizados conllevan al procedimiento de datos numéricos, la cual le da sentido a la investigación de tipo **Descriptiva** con un enfoque **Explicativo**.

Nivel de Investigación

Abarca el proceso **Descriptivo y Explicativo**, en el proceso según (Hernández S. , 2010) se caracteriza por una falta de distinción entre variables independientes (VI) y dependiente (VD), responde a la pregunta ¿Qué pasa?, ¿Cómo es o como se manifestó una situación o hecho? Con el uso de equipos e instrumentos en la zona de estudio podemos plantear soluciones o dar un campo visual más extenso sobre la carpeta asfáltica con nuestra tesis planteando La Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Trujillo, 2024.

Enfoque

Nuestro enfoque a trabajar será **Cuantitativo**, Según (Mata Solis, 2019) la investigación cuantitativa asume una realidad objetiva, para cuyo estudio es una condición fundamental la separación de quien investiga respecto al objeto de estudio y al estar ligado a los cálculos numéricos mediante nuestra filtración de datos para la resolución de las preguntas encomendadas de la investigación de acuerdo al análisis estadísticos que puedan ser cuantificables y dar la razón a la Hipótesis.

Diseño de Investigación

El tipo es de corte **Experimental**, ya que al contar con una variable dependiente la cual se mantendrá constante, versus una variable independiente la cual se medirá como sujeto del experimento.

(Zurita Cruz, Marquez Gonzales, Miranda Novales, & Villasis Kever , 2016) infieren que los Estudios Experimentales se utilizan para evaluar la eficacia y efectividad de una intervención frente a una variable independiente.

Tabla 1*Tipos de métodos de investigación*

	La VI se manipula	La VI no se manipula
Se aplica el azar	Experimental	No experimental
No se aplica el azar	Cuasi-experimental	

"expost-facto" si se analizan grupos donde la VI ocurrió antes de iniciar la investigación.

Variables

Variable Independiente (Y): Aplicación de Fibra de Vidrio. / Variable Dependiente (Z): Mezcla Asfáltica en Caliente.

Tabla 2

Matriz de Variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
FIBRA DE VIDRIO (INDEPENDIENTE)	La Fibra de Vidrio no se deteriora ni se pudre, resiste la mayoría de los ácidos. En su elaboración se utilizan diversos filamentos de vidrio. Cuenta con resistencia al impacto y es no inflamable (Norma Técnica Peruana, 2018).	La Fibra de Vidrio cuenta con un bajo coeficiente de expansión térmica y una conductividad térmica relativamente alta. Esto provoca que el calor se disipe, es ideal para instalaciones en el exterior, con ello ya no tendremos preocupación porque se deteriore al estar expuesto al sol durante mucho tiempo.	Evaluación e interpretación física. Propiedades mecánicas.	Peso específico. Densidad de Vacíos. Contenido óptimo. Granulometría.	De razón
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (DEPENDIENTE)	Estas estructuras se componen de agregados pétreos que varían en granulometría y cumplen con distintos estándares de calidad (Rondón & Reyes 2015).	Una muestra de mezcla de pavimentación preparada en laboratorio puede ser analizada para determinar su posible desempeño. El análisis está enfocado hacia sus características y la influencia que estas pueden tener como mezcla.	Ensayos de Mezcla Asfáltica. Método Marshall.	Estabilidad Vacíos Flujo Rotura de Briquetas. Estabilidad Máxima. Deformabilidad.	De razón

Tabla 3

Matriz de Clasificación de Variables.

Variables	Relación	Naturaleza	Escala de Medición	Dimensión	Forma de Medición
Fibra de Vidrio	Independiente	Cuantitativa	Razón	Adimensional	Directa
Mezcla Asfáltica en Caliente	Dependiente	Cuantitativa	Razón	Adimensional	Directa

Población y Muestra

Refiere a la recolección de sujetos, datos y/o elementos que tienen características comunes, de lo que se extrae información importante para estudiar y analizar determinados fenómenos. En lo cual hace referencia para estudiar una población mayor o total (Significados, 2023). Para la presente investigación se cuenta con 24 briquetas como población, que servirán como espécimen para el desarrollo de laboratorio, tales como la mezcla asfáltica con la aplicación de la Fibra de Vidrio y mezcla asfáltica convencional.

La muestra

La muestra es una porción extraída mediante métodos específicos que representan los resultados de una totalidad llamada población (Significados, 2023). Para la presente investigación se tomaron como muestra a 12 briquetas para la mezcla asfáltica convencional y 12 briquetas para la mezcla asfáltica con el aplicativo de la Fibra de Vidrio.

Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

Son métodos particulares empleados en distintos campos de la ciencia para adquirir información. Las estrategias de recolección de datos constituyen los recursos utilizados para recabar información durante una investigación, pudiendo ser de tipo directo o indirecto. Las técnicas directas incluyen entrevista y observaciones, mientras que las indirectas comprenden cuestionarios, escalas, inventarios y pruebas (Sánchez Carlessi, Reyes Romero, & Mejía Sáenz, 2018).

Para la recolección de datos, optamos por la técnica de la observación. Realizaremos muestras con distintos porcentajes de fibra de vidrio, las cuales serán analizadas y estudiadas en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte. Posteriormente, recopilaremos la información con el fin de procesarla y convertirla en datos relevantes.

- ✓ Análisis Granulométrico de los Agregados MTC E-204 – Agregado Fino
- ✓ Análisis Granulométrico de los Agregados MTC E-204 – Agregado Grueso
- ✓ Gravedad Específica y Absorción de los Agregados MTC E-205 – Agregado Fino
- ✓ Peso Específico y Absorción de los Agregados MTC E-205 – Agregado Grueso
- ✓ Abrasión de los Ángeles MTC E 207
- ✓ Equivalente de Arena MTC E 114
- ✓ Límites de Plasticidad (Pasa malla N.º 40)
- ✓ Límites de Plasticidad (Pasa malla N.º 200)
- ✓ Peso específico teórico máximo de las mezclas asfálticas MTC E 508/ ASTM D 2041
/ AASHTO T 209
- ✓ Ensayo Marshall MTC E 504
- ✓ Ensayo Marshall – Análisis de Temperatura

Instrumento

La utilización de métodos para recabar información constituye una fase en la que se examinan y procesan los datos con el fin de destacar información relevante, lo que conlleva a la formulación de conclusiones y respalda la toma de decisiones (Hernandez Mendoza & Duana Avila, 2020). Es por ello que, en este trabajo de investigación, se empleará la guía de observación como herramienta para recopilar datos.

Validez

Validez es el grado en que un instrumento mide lo que debe medir (Quintana Alvarez , Sánchez Gálvez, Palmero Urquiza, Martinez Avello, & López Fernández, 2019). En esta investigación se validó los instrumentos por 2 expertos, los cuales corresponden:

EXPERTO 1: Ing. Jameson Hanmer Fernando Medina Novoa.

EXPERTO 2: Ing. Wesley John Leonardo Carrasco.

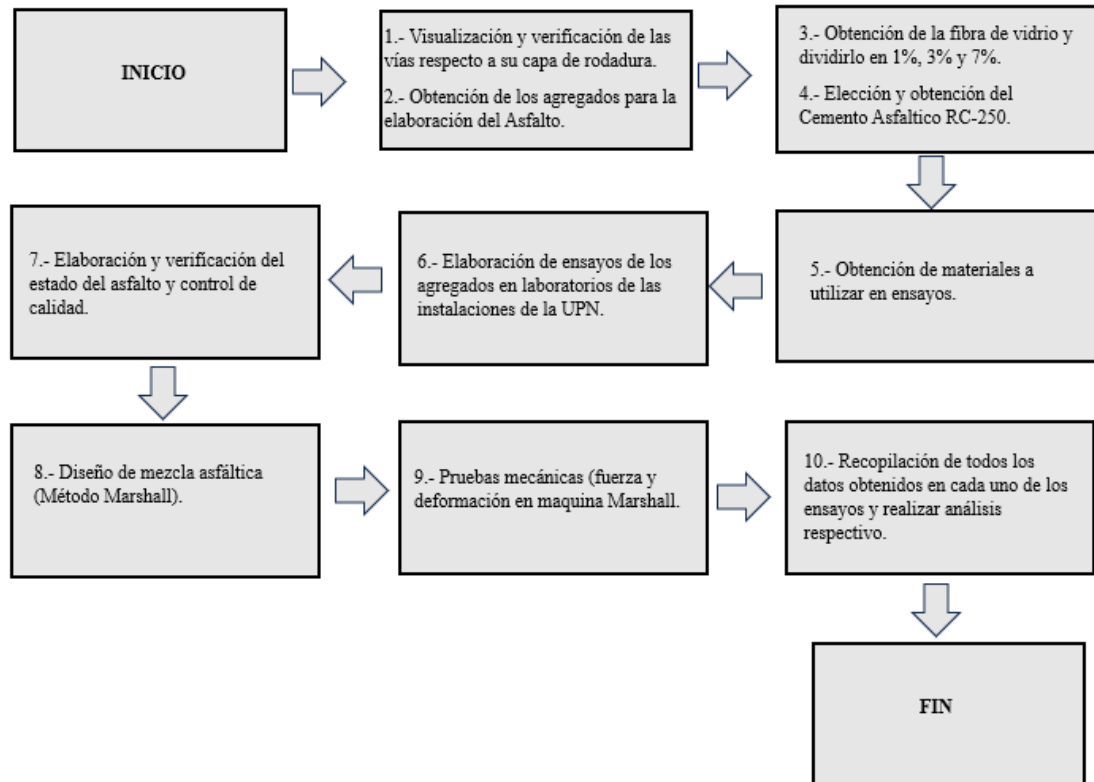
Confiabilidad

Es el grado de congruencia con el cual un instrumento, mide la variable (Quintana Alvarez , Sánchez Gálvez, Palmero Urquiza, Martinez Avello, & López Fernández, 2019). Es una propiedad de las puntuaciones obtenidas cuando se administra la prueba a un grupo de partículas o personas (Cesar, 2021).

Procedimientos

Figura 1

Procedimiento del desarrollo de la investigación



Verificación de puntos de rehabilitación en carpeta Asfáltica en la ciudad de Trujillo.

Paso 1.- Se realizó la visualización de las vías, respecto específicamente a la carpeta de rodadura para realizar un mantenimiento o rehabilitar dichas vías en la ciudad de Trujillo.

Paso 2.- Visita a la cantera los Mellizos - Huanchaco en Trujillo para la recolección de los agregados necesarios, procedimientos a realizar la extracción de la muestra necesaria para acto siguiente trasladarlo al laboratorio, obtuvimos agregado Fino insitu, Agregado Grueso, los cuales se usarán en los ensayos correspondientes de la investigación.

Paso 3.- Búsqueda y adquisición del aditivo denominado en el mercado como Fibra de vidrio en porciones de 1%, 3% y 7% para los ensayos a realizar.

Paso 4.- Elección del tipo de cemento asfáltico a utilizar, en esta oportunidad se trabajo con el cemento asfáltico RC-250.

Paso 5.- Búsqueda y Obtención de materiales a utilizar en los ensayos como agua destilada. Etc.

Paso 6.- Realizar respectivas pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas. Estos ensayos incluyen:

Granulometría: Se realiza la verificación y distribución del tamaño de partículas.

Absorción y contenido de húmedas: verificación de las proporciones de agua en la mezcla.

Peso específico. - Control de calidad para asegurarnos que los agregados cumplan con los requisitos de densidad.

Bajo estos estándares de ensayos nos ayuda a garantizar que los agregados son adecuados para la mezcla de cemento asfáltico.

Diseño de Mezclas Asfálticas en caliente (Método Marshall).

Paso 7.- Con la data base de las propiedades de los materiales obtenidos podemos proceder a realizar el diseño de la carpeta asfáltica en caliente poniendo en práctica el método Marshall.

Este diseño incluye la creación de briquetas, las cuales están compuestas por dos partes, contar con el aditivo de Fibra de vidrio en porciones de 1%, 3% y 7% y otra porción será de asfalto convencional sin Fibra de vidrio.

Se verifico la densidad y contenido de aire con ello aseguramos de que la mezcla cumple con los requisitos de calidad.

Paso 8.- Crear briquetas cilíndricas con diferentes mezclas (con fibra de vidrio y sin fibra de vidrio) para su posterior curado y baño maría para que sea sometida a pruebas.

Pruebas de Resistencia Mecánica (Fuerza y deformación).

Paso 9.- Luego se sumergieron en un recipiente con agua (baño maría) dejándolo saturar por lo menos 60 minutos.

Antes de llevar a cabo el ensayo, se realiza una limpieza y una lubricación de las líneas guías, posterior a ello se coloca el flujómetro y se pone en marcha el ensayo, además se registra la carga máxima.

Paso 10.- Recopilación y toma de apuntes de los datos obtenidos en cada una de las pruebas realizadas en laboratorio para procesarse en gabinete.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

De los resultados obtenidos se presentan las formulas principales utilizadas en la presente investigación, seguidas de la proporción de detalles para su aplicación en el contexto específico del estudio.

Tabla 4

Análisis Granulométrico - Agregado Fino

ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO (ENSAYO I)					
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
1 1/2"	37.50				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				100
N.º 4	4.750	7.48	1.25	1.25	98.75
N.º 8	2.360	71.92	11.99	13.23	86.77
N.º 16	1.180	115.3	19.22	32.45	67.55
N.º 30	0.600	143.3	23.88	56.33	43.67
N.º 50	0.300	132.35	22.06	78.39	21.61
N.º 100	0.150	83.75	13.96	92.35	7.65
N.º 200	0.0750	34.3	5.72	98.07	1.933
FONDO		11.60	1.93	100.00	
PESO TOTAL gr		600.00			

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos a partir del análisis granulométrico del agregado fino, donde se puede visualizar porcentajes pasantes y retenidos por cada malla específica en el MTC E 204.

En la figura 2 se muestra la curva granulométrica obtenida a partir del tamizado realizado al material fino, el cual tiene un módulo de finura de 2.74 y servirá posteriormente para realizar la gradación óptima de agregados que el manual de carreteras EG – 2013 solicita.

Figura 2

Curva Granulométrica del Agregado Fino

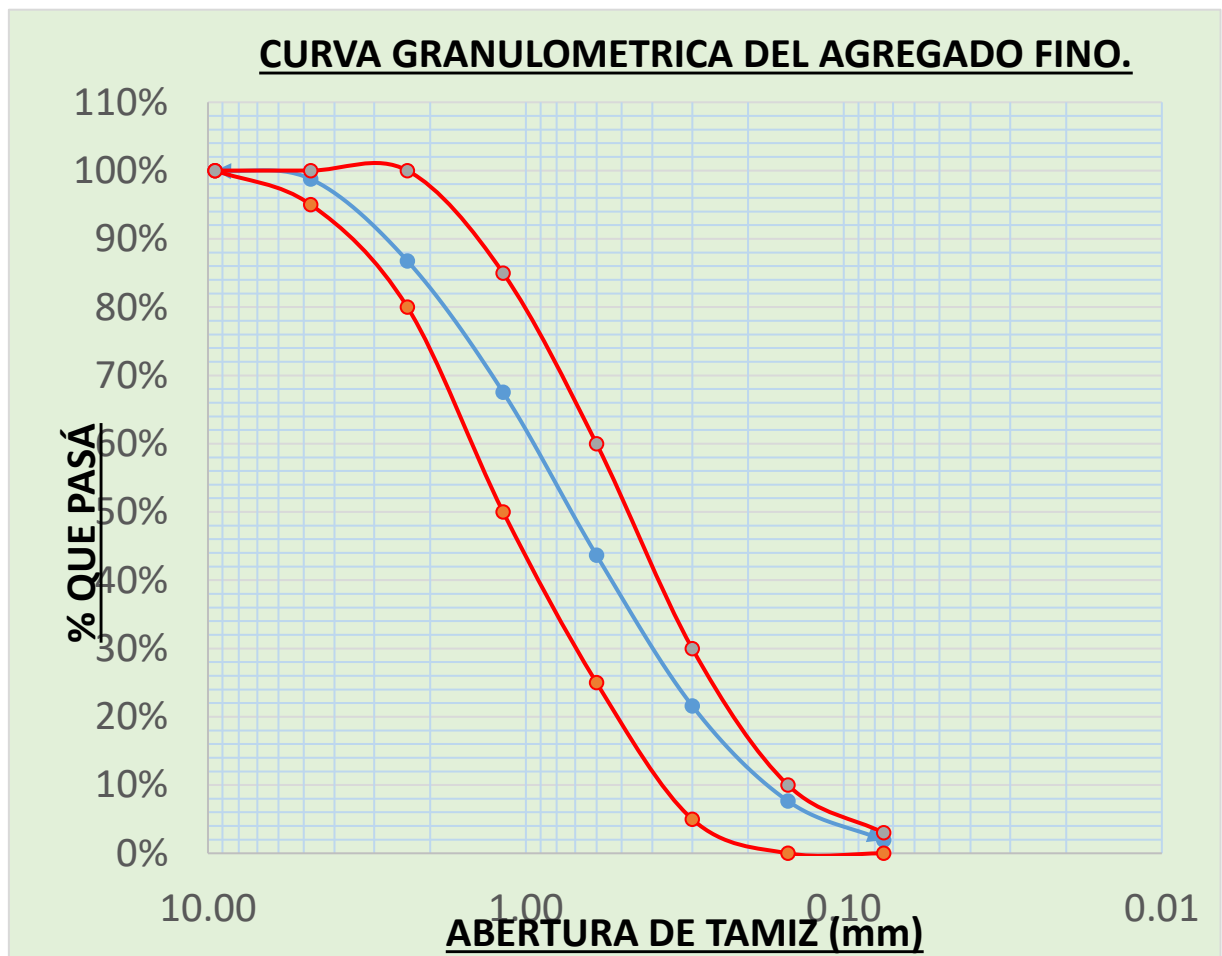


Tabla 5

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO (ENSAYO I)					
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
N.º 2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2					
N.º 2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 1"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2					
N.º 1"	25.00	307.00	6.02	6.02	93.98
N.º 3/4"	19.00	1993.00	39.08	45.10	54.90
N.º 1/2"	12.50	1450.00	28.43	73.53	26.47
N.º 3/8"	9.50	980.00	19.22	92.75	7.25
N.º 4"	4.75	335.00	6.57	99.31	0.686
N.º 8	2.36	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 16	1.18	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 30	0.60	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 50	0.30	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 100	0.15	0.00	0.00	99.31	0.686
FONDO	0.00	35.00	0.69	100.00	0.000
PESO TOTAL gr		5100.00	100.0		

En la tabla 5 se muestra los resultados obtenidos a partir del análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera los Mellizos, y de acuerdo al MTC E 204 se ha clasificado como un material que presenta un tamaño máximo de 3/4" y un tamaño máximo nominal de 4".

En la figura 3 se muestra la curva granulométrica obtenida a partir del tamizado realizado al material grueso, el cual tiene un módulo de finura de 7.33 y servirá posteriormente para realizar la grabación óptima de agregados que el manual de carreteras EG-2013 solicita.

Figura 3

Curva Granulométrica del Agregado Grueso

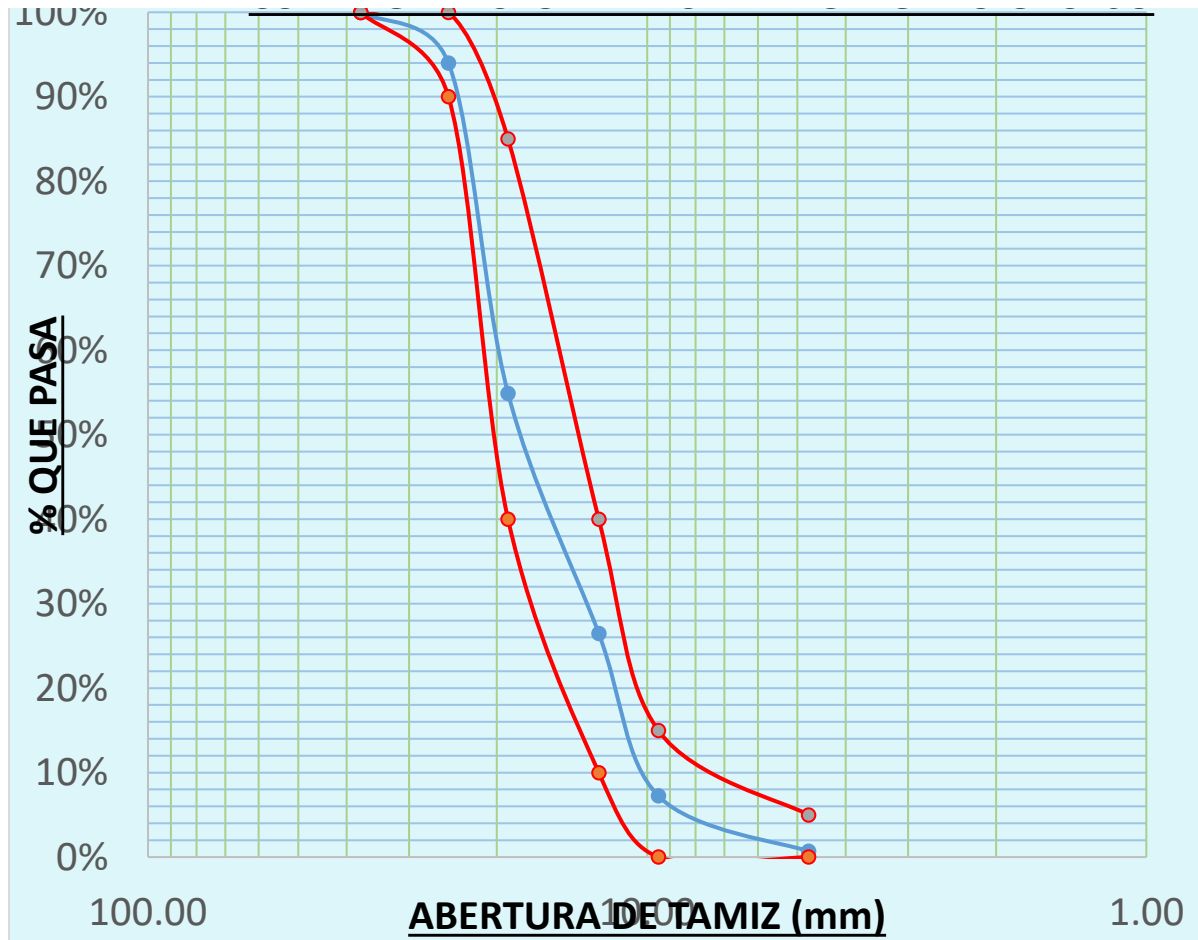


Tabla 6
Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada (Ws)	gr	490	492	489	490.33
B	Peso del pictómetro aforado lleno de agua.	g	680	681	678	679.67
C	Peso del pictómetro aforado con la muestra y llena de agua	g	966	967	965	966.00
D	Peso de la muestra saturada superficie seca (Wsss)	g	500	500	500	500.00
E	Peso Sumergido (Wsum)	g	613	613	612	612.67
F	Peso específico aparente (seco) bulk $p.e.a(seco)=(A/B+S-C)(Gs)$.	gr/cm3	2.29	2.30	2.30	2.30
G	Peso específico aparente (SSS) $p.e.s(SSS)=(S/B+S-C)(Gsss)$.	gr/cm3	2.34	2.34	2.35	2.34
H	Peso específico nominal (seco) $p.e.s(seco)=(A/B+A-C)(Gm)$	g/cm3	2.40	2.39	2.42	2.40
ID	Absorción $\%Abs=(S-A/A)*100$	%	2.04	1.63	2.25	1.97

La tabla 6 muestra los resultados obtenidos respecto al porcentaje de absorción y peso específico aparente seco o bulk necesario para análisis de mezcla asfáltica en caliente, dando como valores del 1.97% y 2.30 gr/cm3 respectivamente realizado bajo la normativa del MTC E 206 y para su posterior análisis de acuerdo al manual de carreteras EG-2013.

Tabla 7
Peso específico y Absorción del agregado Grueso

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso en el aire de la muestra seca al horno (Ws)	gr	4826	4827	4826	4826.33
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (Wsss)	gr	5000	5003	5001	5001.33
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr	3113	3130	3125	3122.67
D	Peso específico aparente bulk (seco) $p.e.a(seco)=(A/B-C)$	gr/cm ³	2.56	2.58	2.57	2.57
E	Peso específico aparente saturada (SSS) $p.e.a(SSS)=(B/B-C)$	gr/cm ³	2.65	2.67	2.67	2.66
F	Peso específico nominar (seco) $p.e.a(seco)=(A/A-C)$	gr/cm ³	2.82	2.84	2.84	2.83
G	Absorción % $Abs=(B-A/A)*100$	%	3.61	3.65	3.63	3.63

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos respecto al porcentaje de absorción y peso específico aparente seco o bulk necesario para análisis de mezcla asfáltica en caliente, dando como valores del 3.63% y 2.57 gr/cm³ respectivamente realizado bajo normativa del MTC E 206 y para su posterior análisis de acuerdo al manual de carreteras EG-2013.

Tabla 8

Desgaste de Abrasión de los Ángeles

DESGASTE A LA ABRASIÓN					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de la muestra total	gr	5005.00		
B	Peso retenido en el tamiz N° 12	gr	3288.00		
C	Desgaste a la abrasión D=(A-B) *100/A	%	34.31		

Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

La tabla 8 muestra los resultados obtenidos del porcentaje de desgaste por abrasión del agregado grueso, el cual tiene un valor de 34.31%, representado un valor menor al máximo solicitado por el manual de carreteras EG-2013.

Tabla 9
Equivalente de Arena

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Hora de entrada a saturación	horas	10:59	11:01	11:03
B	Hora de salida de saturación (más 10')	horas	11:09	11:11	11:13
C	Hora de entrada a decantación	horas	11:14	11:16	11:18
D	Hora de salida a decantación (más 20')	horas	11:34	11:36	11:38
E	Altura de nivel de material fino	plg	3.30	3.6	2.9
F	Altura de nivel de arena	plg	1.3	1.2	1.2
G	Equivalente de arena (F*100/E)	%	58.46	88.33	30.00
H	PROMEDIO	%		58.94	

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos respecto al porcentaje de equivalente de arena que representa el agregado fino, evidenciando un valor de 58.94%, encontrándose por encima del valor mínimo requerido por el manual de carreteras EG-2013.

Tabla 10
Limite de plasticidad Malla (N. °200)

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación de recipiente	N°	T1	T2	T3
B	Suelo húmedo + recipiente	gr	107.2	112.2	102.2
C	Suelo seco + recipiente	gr	102.2	109.2	99.2
D	Peso de recipiente	gr	89.2	89.2	89.2
E	Peso del agua (B-C)	gr	5	3	3
F	Peso del suelo seco (C-D)	gr	13	20	10
G	Número de golpes	gr	29	21	16
H	Contenido de humedad (E/F) *100	gr	38.46	15	30

La tabla 10 muestra los resultados obtenidos respecto al valor de límite líquido, el cual mediante el procedimiento del MTC E 111, el material presenta un porcentaje equivalente al 25% encontrado bajo la curva de contenido de humedad vs el número de golpes.

Figura 4

Número de golpes vs % de humedad del material

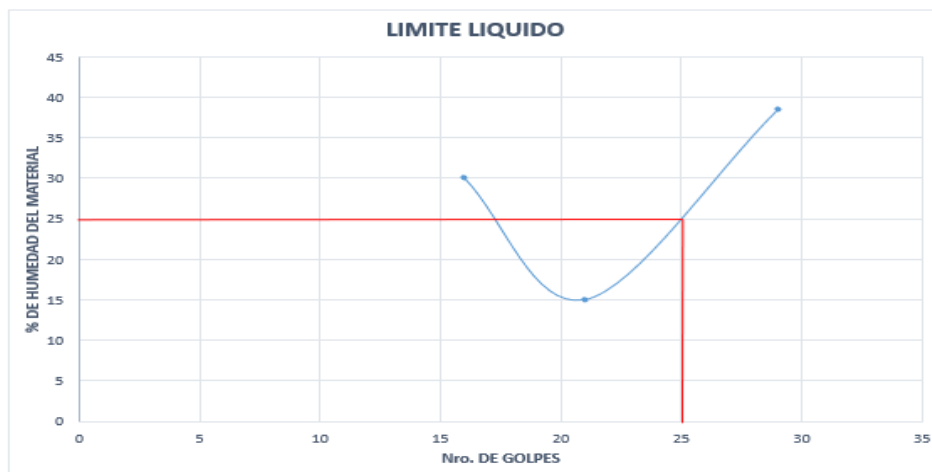


Tabla 11

Límite Plástico

ID	DESCRIPCION	UND	1	2
A	Identificación de recipiente	Nº	T1	T2
B	Suelo húmedo + recipiente	gr	95.2	95.2
C	Suelo seco + recipiente	gr	94.2	94.2
D	Peso de Tara	gr	89.2	89.2
E	Peso del agua (B-C)	gr	1	1
F	Peso del suelo seco (C-D)	gr	5	5
G	Contenido de humedad (E/F)*100	gr	20	20
H	promedio límite plástico	gr	20	

En la tabla 11 muestra los resultados obtenidos respecto al valor de límite plástico, el cual mediante el procedimiento del MTC E 111, el material presenta un porcentaje equivalente al 20 %, encontrando un valor de índice de plasticidad equivalente al 5%, dicho valor se encuentra por debajo del máximo a lo requerido por el manual de carreteras EG-2013.

Después de realizar la adecuada combinación de agregados, se procedió a determinar el contenido óptimo de asfalto con el cual trabajamos al 5%. Luego de ello, se prepararon tres especímenes para cada porcentaje de fibra de vidrio correspondiente al 1%, 3% y 7% en relación al peso de los agregados. La preparación para encontrar el porcentaje óptimo de asfalto se llevó a cabo siguiendo la normativa del MTC E 504, al igual que de los especímenes se rigió por parámetros y los ensayos para una mezcla de clase "A", diseñada para soportar tráfico pesado en la capa de rodadura. Al concluir el ensayo, se obtuvieron los parámetros Marshall según las especificaciones del manual de carreteras EG-2013. Para llevar a cabo el ensayo Marshall, las briquetas compactadas realizadas se someten en orden a los siguientes ensayos:

Determinación de pesos específicos (bulk)

Prueba de estabilidad y flujo

Análisis de densidad y vacíos

Tabla 12

Parámetros Marshall con fibra de vidrio

RESUMEN DE LA PROPOSICIONES			
% C.A.	5%		
% FIBRA VIDRIO	1%	3%	7%
P.U. BRIQUETA	3.19	2.03	1.98
VACIOS	4.59	12.41	14.44
V.M.A.	13.24	23.43	25.42
V.F.A	68.12	48.32	43.40
POLVO / ASF.	0	0	0
FLUJO	8.15	8.96	9.64
ESTABILIDAD	1205.37	1314.43	1348.81

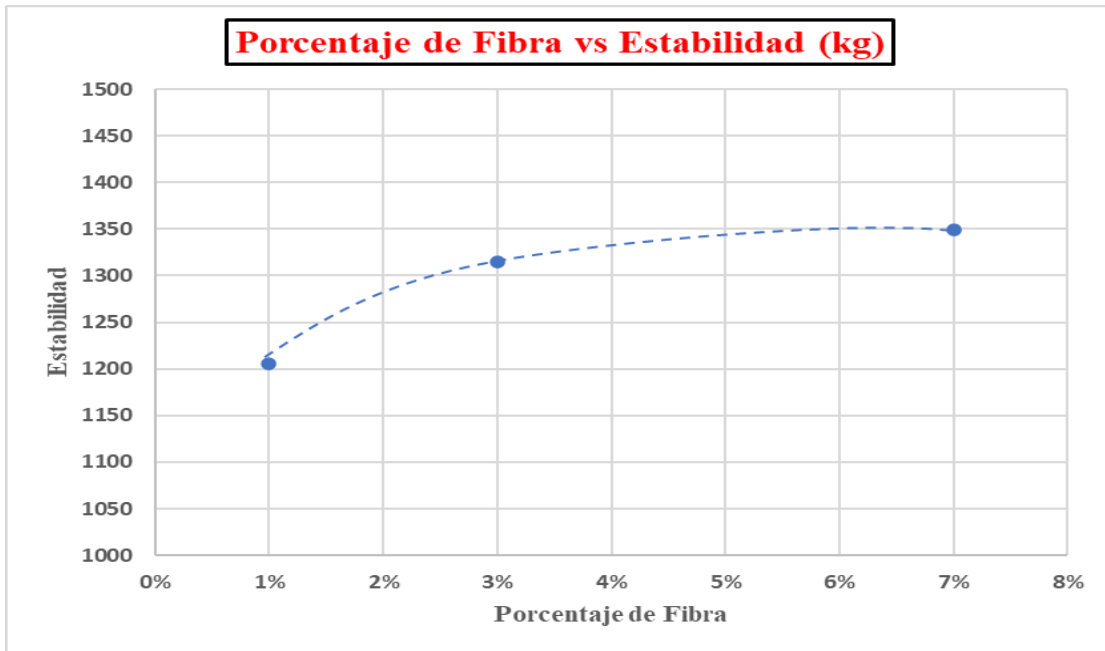
Tabla 13
Parámetros Marshall asfalto convencional

RESUMEN DE LA PROPOSICIONES	
% C.A.	5%
% FIBRA VIDRIO	0%
P.U. BRIQUETA	2.19
VACIOS	5.61
V.M.A.	17.73
V.F.A	58.35
POLVO / ASF.	0
FLUJO	10.77
ESTABILIDAD	1070.23

En la tabla 12 y 13 se presentan los resultados obtenidos para los diferentes porcentajes de ligante asfáltico, incluyendo la P.U. de briqueta, % de vacíos, % de V.M.A., % V.F.A., la relación de polvo-asfalto, flujo y estabilidad. Estos resultados se analizan de acuerdo con el manual de carreteras EG-2013, considerando una proporción de 50% de agregado grueso y 50% de agregado fino. Posteriormente, para identificar el contenido óptimo de Fibra, se graficaron las propiedades mecánicas (estabilidad, flujo, VMA, VA, VFA y densidad (Gmb) de los especímenes en función de cada porcentaje de Fibra de vidrio.

Figura 5

Porcentaje de Fibra vs Estabilidad (kg)



En la Figura 5 se muestran los valores de estabilidad (kg) para cada porcentaje de Fibra de vidrio adicionado a la mezcla.

Figura 6

Porcentaje de Fibra vs Flujo

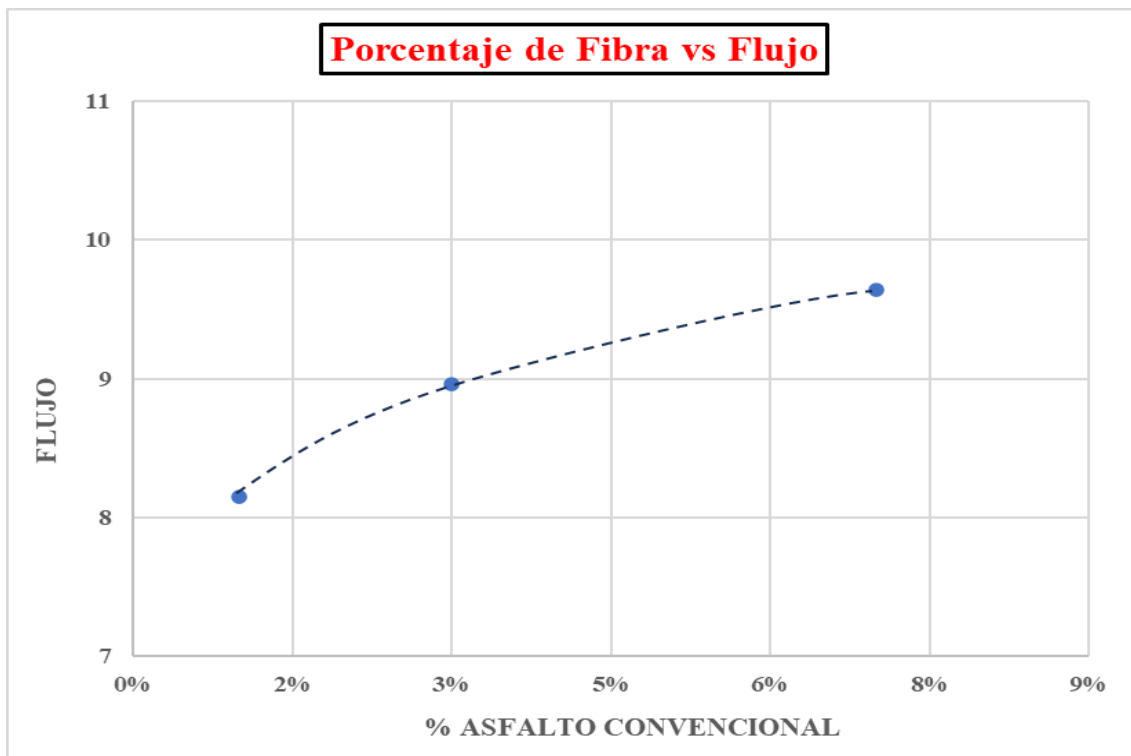
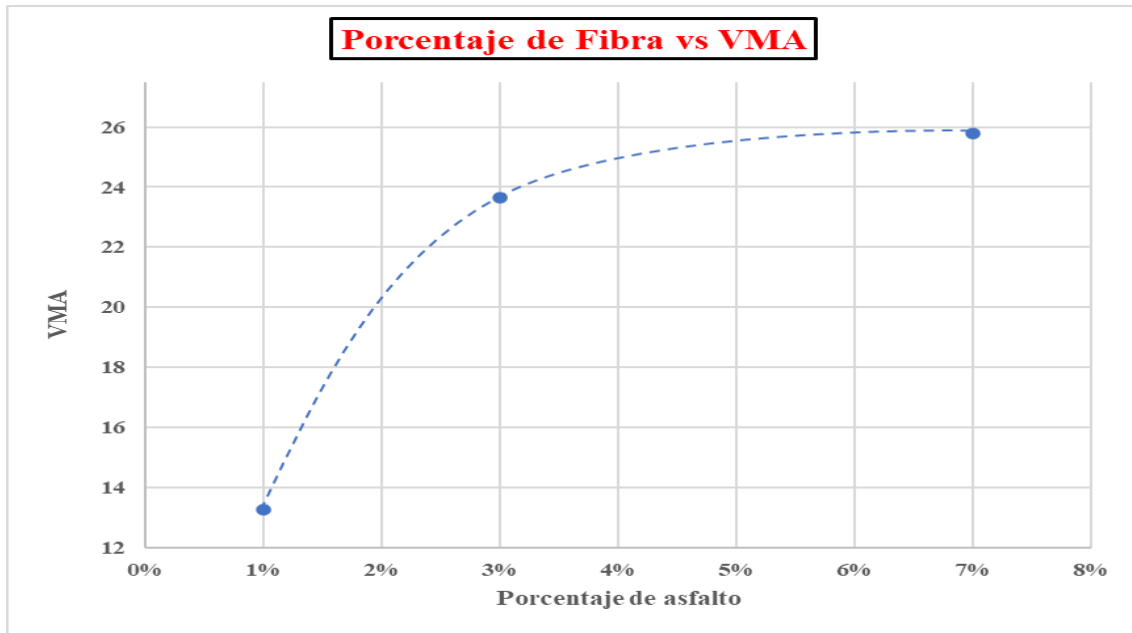


Figura 7

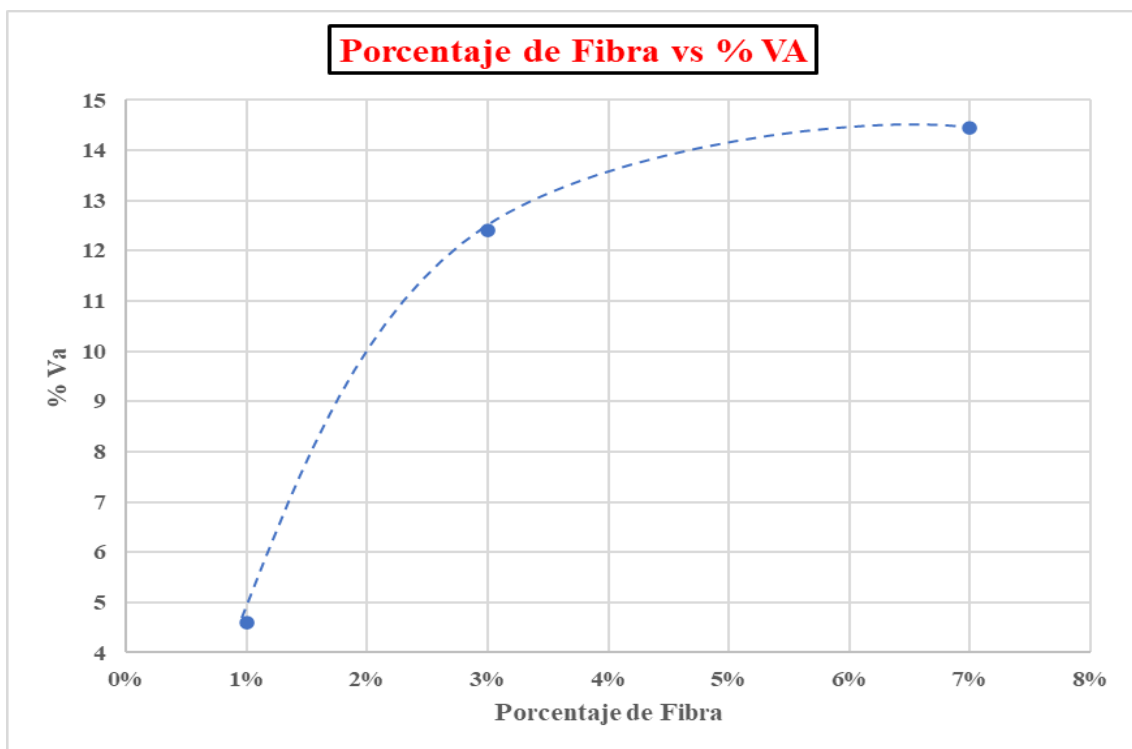
Porcentaje de Fibra vs VMA



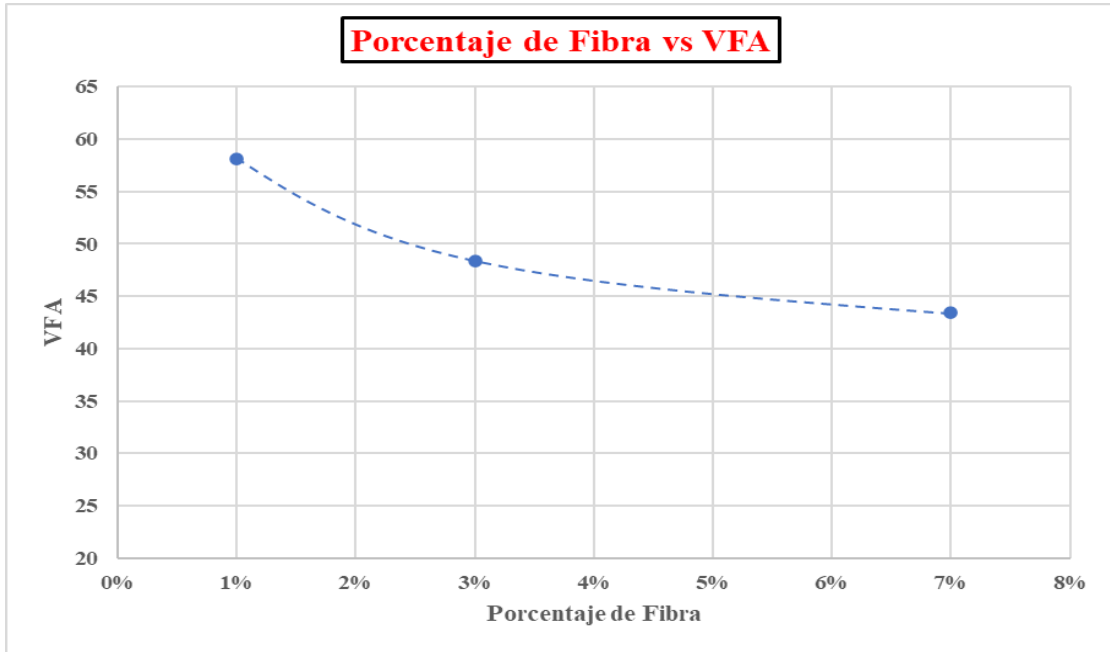
En la Figura 7 se puede apreciar que los resultados obtenidos del porcentaje de vacíos en el agregado mineral tanto para el 1%,3% y 7%.

Figura 8

Porcentaje de Fibra vs %VA



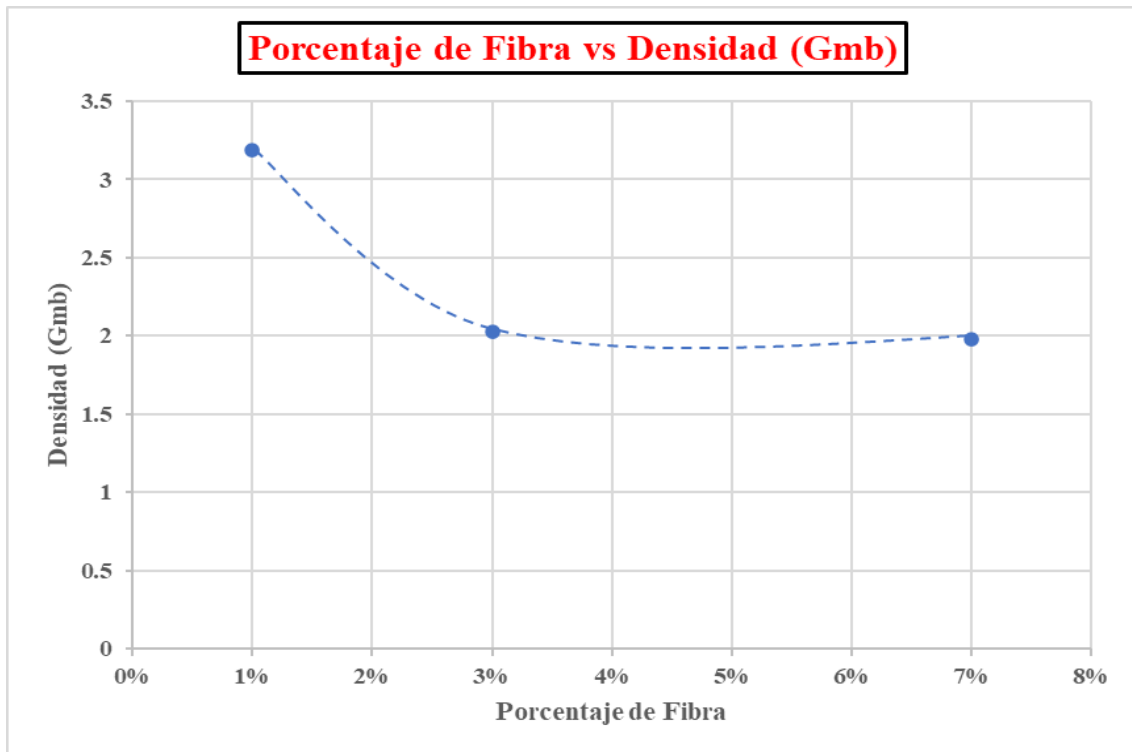
Porcentaje de Fibra vs VFA



En la figura 8 y 9 se tiene los valores de porcentaje de vacíos y vacíos llenados con asfalto de las muestras por cada porcentaje de adición de fibra de vidrio.

Figura 10

Porcentaje de Fibra vs Densidad



En la figura 10 se puede observar los resultados de las densidades, donde la densidad es una característica muy importante, mientras más alta sea la densidad, mejor será su rendimiento duradero, en esta ilustración se evidencia que el 1% tiene un alto porcentaje de densidad.

Determinación de peso específico (bulk) en briquetas compactadas.

El peso específico (bulk) de una briketa compactada se determina mediante la siguiente expresión:

$$Gb = \frac{Wa}{W_{SS} - W_w}$$

Prueba de estabilidad y flujo en briquetas compactadas.

Antes de la prueba, remoje las briquetas en un baño de agua a 60 ° C durante al menos 30 minutos a 40 minutos. La superficie de las briquetas se limpia a fondo. Su temperatura debe mantenerse entre 21° y 38°C. La varilla guía está lubricada con una fina capa de aceite, por lo que la mordaza superior se desliza fácilmente sin restricciones. Asegúrese de que el indicador de carga en el dial del anillo esté cubierto con cera de antemano.

Coloque las briquetas en la abrazadera y aplique una carga a una velocidad de deformación constante hasta que ocurra una falla. El punto de falla está determinado por la carga máxima recibida. El valor máximo de carga que hace que una briketa falle a 60 °C es el valor de ESTABILIDAD MARSHALL.

Análisis de densidad y vacíos en briquetas compactadas.

Debe realizarse el análisis de densidad y vacíos para cada muestra de la siguiente forma:

- a. Se promedian los pesos específicos “bulk” de todas las briquetas.
- b. Se calcula el peso específico promedio del agregado total, mediante la expresión:

$$G_{agr} = \frac{100}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \frac{P3}{G3} + \dots}$$

Determinar el porcentaje de volumen que ocupa el agregado de la siguiente manera.

$$V_{agr} = \frac{\%agregados \times G_b}{G_{agr}}$$

Calculamos el peso específico máximo teórico de la muestra.

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{\% agregados}{G_{agr}} + \frac{\% cemento asfaltico}{G_{asf}}}$$

Calculamos el porcentaje de vacíos con aire respecto al volumen total de la briqueeta.

$$V_v = 1 - \frac{G_b}{G_{mm}} * 100$$

Calculamos el volumen de asfalto efectivo como porcentaje de volumen total de la briqueeta.

$$V_{ae} = 100 - (V_{agr} + V_v)$$

Se determina el porcentaje de vacíos en los agregados en la mezcla compactada.

$$V_{am} = 100 - V_{agr}$$

Comparación de resultados de los datos obtenidos con respecto a las briquetas con y sin fibra de vidrio.

Tabla 14

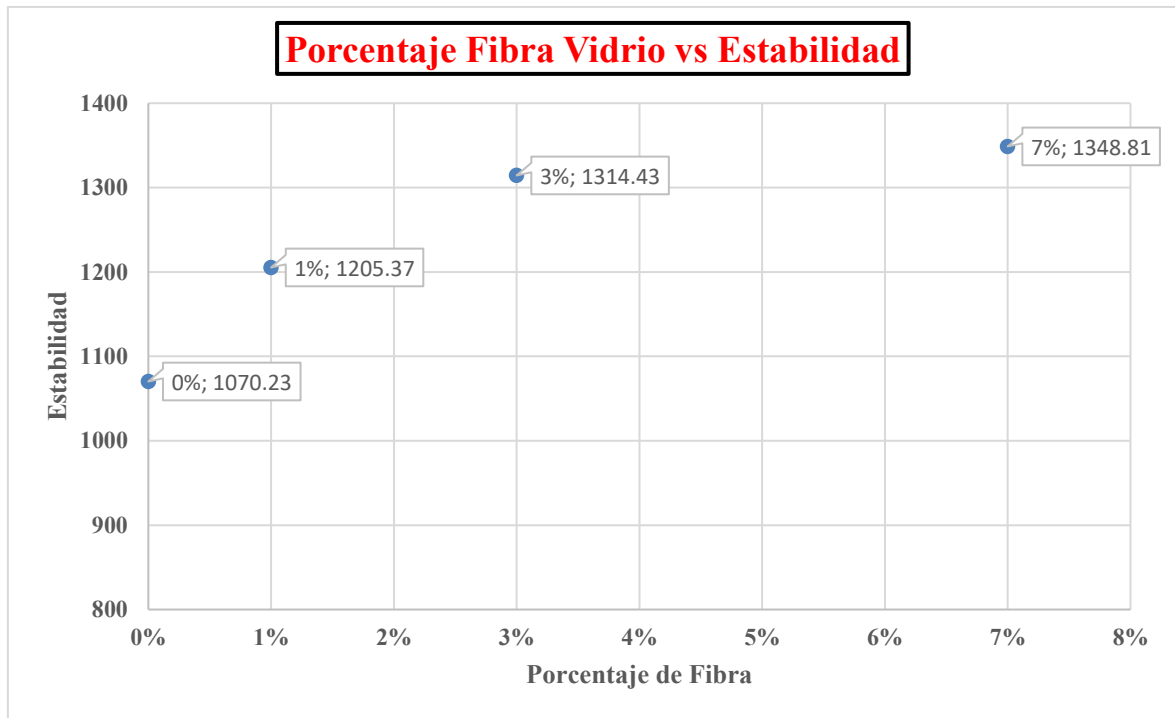
Resumen de proporciones

RESUMEN DE LA PROPOSICIONES				
% C.A.	5%			
% FIBRA VIDRIO	0%	1%	3%	7%
P.U. BRIQUETA	2.19	3.19	2.03	1.98
VACIOS	5.61	4.59	12.41	14.44
V.M.A.	17.73	13.24	23.43	25.42
V.F. A	58.35	68.12	48.32	43.40
POLVO / ASF.	0	0	0	0
FLUJO	10.77	8.15	8.96	9.64
ESTABILIDAD	1071.23	1205.37	1314.43	1348.81

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos para los diferentes porcentajes de fibra de vidrio y los que no incluyen fibra de vidrio, se cuenta con la P.U. de briketa, % de vacíos, % de V.M.A., % V.F.A., la relación de polvo-asfalto, flujo y estabilidad. Estos resultados se analizan de acuerdo con el manual de carreteras EG-2013, considerando una proporción de 50% de agregado grueso y 50% de agregado fino. Se graficaron las propiedades mecánicas (estabilidad, flujo, VMA, VA, VFA y densidad (Gmb) de los especímenes en función de cada porcentaje de Fibra de vidrio y de los especímenes sin adición de fibra de vidrio, para su discusión de resultados.

Figura 11

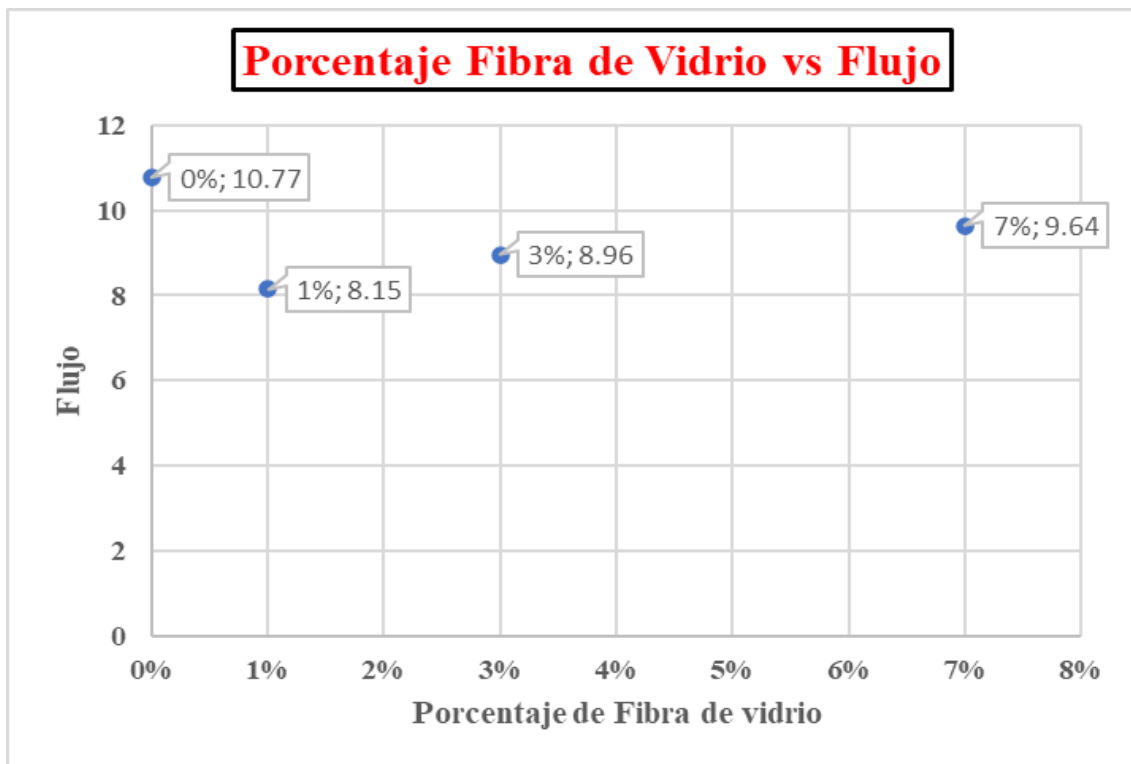
Porcentaje de Fibra vs Estabilidad



La estabilidad de un asfalto es su capacidad de resistir desplazamientos y deformaciones bajo las cargas de tránsito. La estabilidad presentada en (kg) para los especímenes sin adición de fibra de vidrio la cual llega a 1070.23 kg tienden a comportarse muy por debajo del recomendado, la cual puede producir ahuellamientos u ondulaciones, mientras que los especímenes con adición de fibra de vidrio se encuentran por encima de los 1200 kg, con ello tienden a crear un pavimento estable capaz de mantener su forma y lisura bajo cargas repetidas.

Figura 12

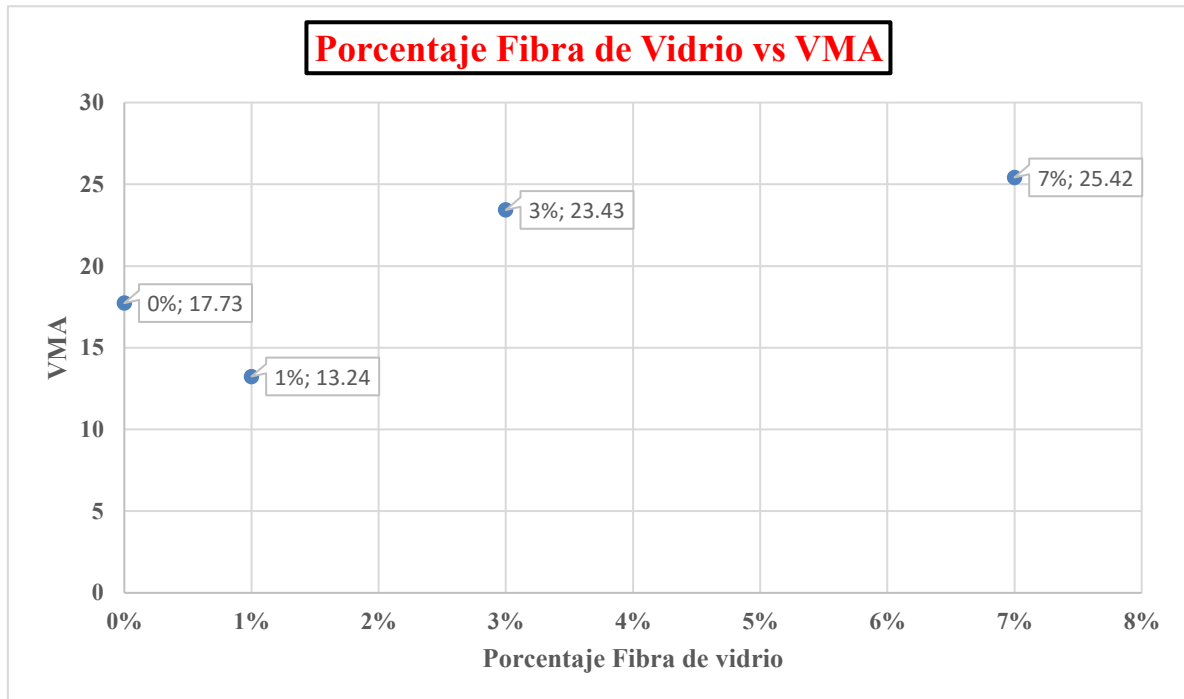
Porcentaje de Fibra vs Flujo



En la figura 12 se puede evidenciar que tanto los especímenes con fibra de vidrio y sin fibra de vidrio cumplen con los parámetros que se encuentra en el rango de 8 – 14, sin embargo, el espécimen sin fibra de vidrio, tiende a deformarse en un 10.77%, el cual está dentro del rango, pero es elevado y genera una corta vida útil de los pavimentos. Por otro lado, los especímenes con fibra de vidrio están por debajo del 10%, dando como conclusión que la fibra de vidrio ayuda a que el pavimento no se deforme tan rápido y tenga mayor periodo de vida útil.

Figura 13

Porcentaje Fibra vs VMA

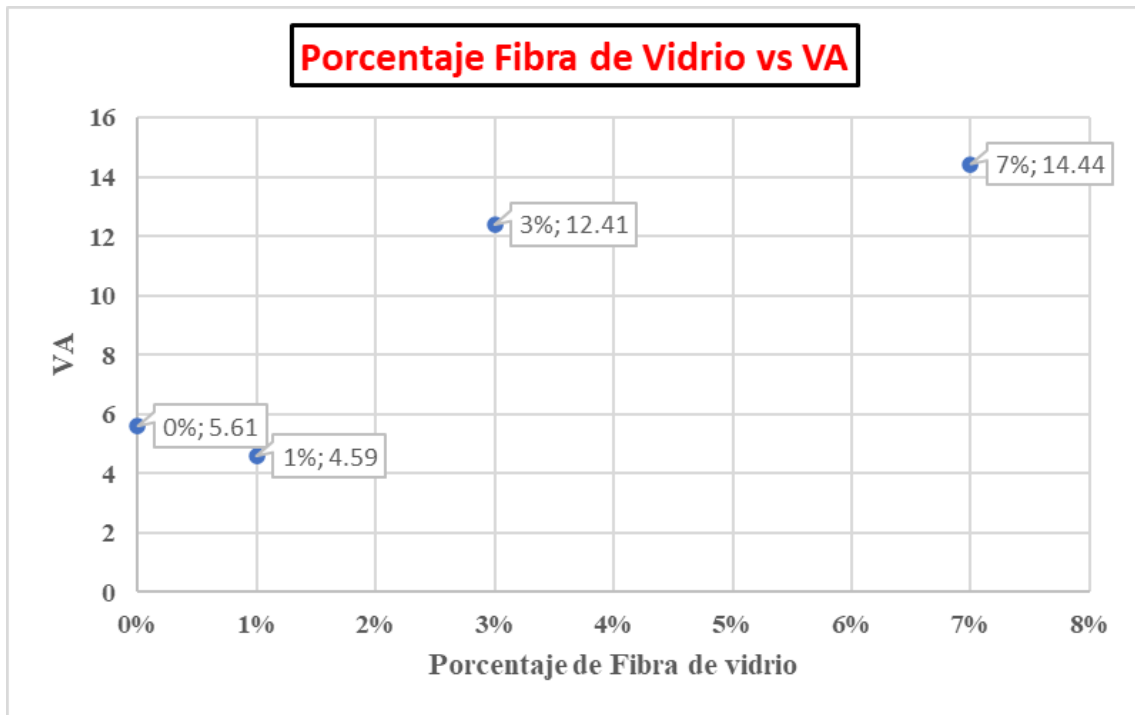


En la figura 13 se puede evidenciar los resultados obtenidos bajo los parámetros de vacíos en el agregado mineral, teniendo como resultado que los especímenes sin fibra de vidrio tienden a tener un resultado aceptable, ya que mientras más bajo sea el VMA, menores serán los espacios disponibles para acomodar el volumen efectivo del asfalto.

Por lo tanto, los resultados de los especímenes con fibra de vidrio que más se adapta es el de 1%, teniendo un resultado de 13.24, el cual se encuentra dentro de los parámetros, ya que como antes mencionado, mientras menor sea el VMA, menores serán los espacios para acomodar el volumen efectivo del asfalto.

Figura 14

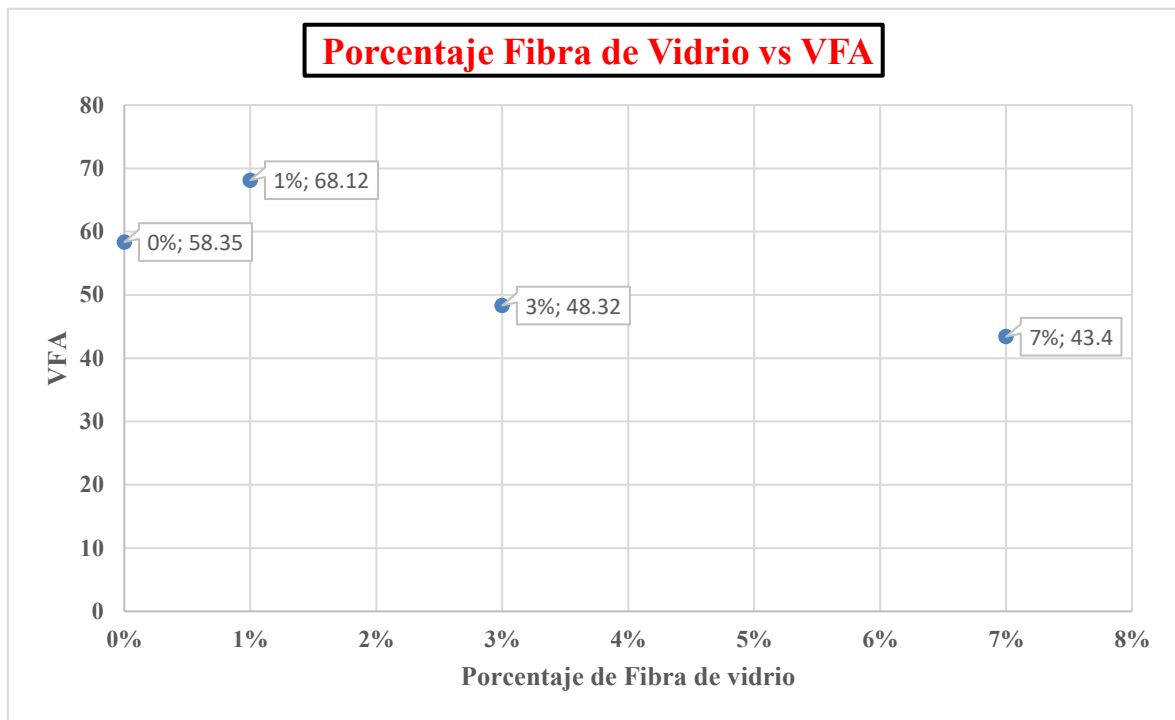
Porcentaje de fibra de vidrio vs %VA



En la figura 14 se puede evidenciar los resultados obtenidos de vacíos de aire, lo cual involucra que la durabilidad de un pavimento asfaltico es función a su contenido de vacíos, es por ello que los especímenes sin fibra de vidrio tienden a comportarse en un 5.61% de vacíos, lo cual está por encima de los parámetros establecidos. Por otro lado, tenemos a los especímenes con fibra de vidrio, en lo cual los de 3% y 7% tienen un alto porcentaje de vacíos, sin embargo, el de 1% es el que mejor se adapta, ya que se encuentra dentro de los parámetros y a menor vacíos, menor será la permeabilidad de la mezcla.

Figura 15

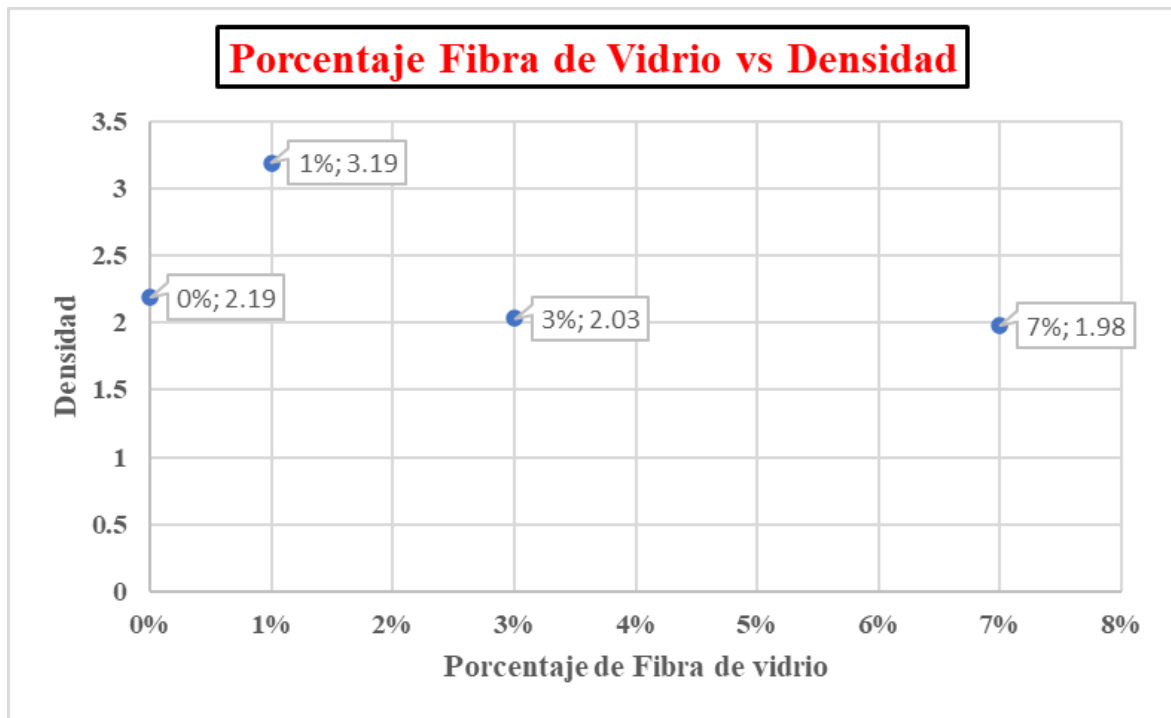
Porcentaje Fibra vs VFA



En la figura 15 se puede evidenciar los resultados obtenidos para los diferentes porcentajes de Fibra, en lo cual, de acuerdo a los parámetros establecidos, el 0%, 3% y 7% se encuentran por debajo de lo admitido dándole espacios disponibles donde no entraría asfalto, sin embargo, el 1% tiende a trabajar de mejor forma en la carpeta asfáltica, teniendo un porcentaje alto de vacíos llenados con asfalto, evitamos lo ahuellamientos y alargamos la vida útil de nuestro asfalto.

Figura 16

Fibra de Vidrio vs Densidad



En la figura 16 se puede evidenciar los resultados obtenidos para los diferentes porcentajes de fibra, la densidad inicialmente a medida que vamos incorporando fibra de vidrio, la fibra de vidrio va ocupando huecos que se encuentran en el asfalto, en la medida que el peso específico de la fibra es superior al del asfalto la densidad aumenta, al tener porcentajes bajos como se evidencia en el 0%,3% y 7%, no llegamos a ocupar los huecos que se encuentran en el asfalto. El 1% llega a tener porcentajes altos y admitidos en los parámetros, llegando a ocupar la mayor cantidad de huecos en la carpeta asfáltica.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión Teórica

De acuerdo con la teoría, la incorporación de fibra de vidrio en un pavimento mejora los aspectos mecánicos, tales como una mayor estabilidad, un mejor llenado de vacíos con cemento asfáltico, y una reducción del porcentaje de vacíos. En este contexto, la fibra de vidrio ofrece una alta relación resistencia-peso, baja conductividad térmica y excelente estabilidad química, características que son deseables para mejorar el rendimiento del pavimento.

Los resultados mostraron que la adición de 1% de fibra de vidrio mejora la resistencia e incrementa la vida útil del pavimento, lo que respalda los hallazgos obtenidos en este estudio. Además, las fibras de vidrio ayudan a mantener la integridad estructural del pavimento en condiciones de carga repetitiva, al reducir la concentración de esfuerzos en áreas críticas, como en las intersecciones de grietas.

Discusión Práctica

La incorporación de fibra de vidrio en porcentajes de 1%, 3 % y 7% al pavimento flexible resulta una mezcla más sostenible y con mayor resistencia a la formación de estas grietas a largo plazo, extendiendo la vida útil del pavimento. Los estudios económicos aún son limitados, pero en condiciones de tráfico elevado, como carreteras urbanas o autopistas, los beneficios superan los costos adicionales.

Los datos obtenidos muestran que la estabilidad, vacíos y deformación del pavimento con adición de fibra de vidrio supera a la briqueta patrón. Este hallazgo es relevante para la práctica ya que sugiere que el agregado de fibra de vidrio pueden ser un aditivo efectivo para aumentar la resistencia del pavimento y optimizar costos al utilizar este tipo de agregado en el asfalto.

Discusión de Autores.

En la investigación de (Ponce, 2021) se elaboraron 8 briquetas, de las cuales 2 no contenían fibra de vidrio, mientras que las otras 6 incorporaron fibra de vidrio en proporciones del 1%, 3% y 5%, respectivamente. Los resultados indicaron que el porcentaje óptimo fue del 3%, logrando una estabilidad de 1122 kg, un flujo de 3.43 mm, y una densidad de 2.217 gr/cm³, 2204 gr/cm³ y 2194 gr/cm³, lo que evidencia una menor cantidad de vacíos. Este resultado es favorable para el rendimiento del pavimento flexible.

Por otro lado, en nuestra investigación, se fabricaron 16 briquetas, de las cuales 7 se utilizaron como referencia sin fibra de vidrio, y 9 contenían fibra de vidrio en proporciones de 1%, 3% y 7%. Los resultados mostraron que una dosificación del 1% es óptima, ya que ofrece una mejor estabilidad, flujo, densidad y vacíos, estando dentro de los parámetros establecidos. Comparando estos hallazgos con el estudio de Ponce Abelardo, se concluye que el 1% es más favorable tanto en términos de propiedades mecánicas confirmando que la incorporación de fibra de vidrio en la capa asfáltica mejora las características mecánicas del pavimento, siempre que se mantenga en cantidades moderadas.

En la investigación de (Hernández & Rodríguez, 2018) señalan que se realizó una modificación en la metodología de incorporación de las fibras de vidrio a la mezcla asfáltica. El cambio se debió que al calentar la mezcla asfáltica a 110°C y agregarle un 0,75% de fibra (equivalente a 7.12 gramos), no se logró que la fibra se integrara adecuadamente con la mezcla. Por esta razón, se decidió utilizar las fibras de vidrio en forma de círculos.

En el caso de nuestro ensayo, la incorporación de fibra de vidrio no presentó ningún inconveniente al mezclar ambos materiales, a pesar de haber utilizado hasta un 7% de fibra de vidrio convencional. La integración entre la mezcla asfáltica y la fibra se logró de manera efectiva, lo que demuestra la viabilidad de utilizar una alta proporción de fibra sin afectar el proceso de mezcla ni la homogeneidad del material resultante.

En el estudio de (Quizhpilena, 2022) las propiedades Marshall también experimentaron cambios con la incorporación de fibra de vidrio. La estabilidad disminuyó y no alcanzó el valor requerido por las normas. En contraste, el flujo superó los límites establecidos en la normativa. Aunque el aumento en la cantidad de fibra mejoró esta característica, se observó una tendencia hacia una condición más plástica.

Nuestros resultados mostraron que, al incorporar fibra de vidrio, la estabilidad obtenida fue de 1205.37 kg, 1275.43 kg y 1298.81 kg, mientras que los flujos fueron de 8.15 mm, 8.96 mm y 9.64 mm. A pesar de estos resultados, el aumento en la cantidad de fibra de vidrio demostró ser beneficioso a diferencia del que no tiene este agregado, estabilidad de 1071.51 kg, flujo de 10.77 mm. Los datos sugieren que el porcentaje ideal para mejorar la capa asfáltica sería del 1%, ya que estas cantidades produjeron mejoras significativas en la estabilidad y el flujo, encontrándose dentro de los parámetros establecidos.

En el análisis de (Suncha & Torres, 2023) En este ensayo se analizaron diversos parámetros mecánicos al incorporar un 1% de fibra de vidrio para optimizar la capa asfáltica. Se estableció que el contenido óptimo de cemento asfáltico es del 6%, con un peso específico a granel de 2.510 gr/cm³. El porcentaje de vacíos se situó en 4.5%, mientras que el porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico alcanzó el 69%. El vacío de agregado mineral fue del 14.2%, la estabilidad fue de 3020 libras, el flujo de 3.5

mm y la absorción de asfalto del 2.3%. Estos parámetros son cruciales para asegurar la durabilidad del pavimento flexible.

En nuestro análisis, se determinó que para mezclas con fibras de vidrio en proporciones del 1%, 3% y 7%, el contenido ideal de asfalto es del 5%. Específicamente, la cantidad más eficiente de fibra de vidrio es del 1%, logrando un peso específico de 3.19 gr/cm³. Los resultados indicaron que el porcentaje de vacíos en la mezcla varió alrededor del 4.59%, mientras que el porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico fue del 68.96%. El vacío de agregado mineral se ubicó en el 13.24%, y la estabilidad alcanzó los 1205.37 kg, con un flujo de 8.15 mm, llegando a la conclusión que un diseño bien calibrado y basado en estos datos contribuirá significativamente a la longevidad y efectividad del pavimento flexible en proyectos de infraestructura vial.

En la investigación de (Garcia, 2023) establecieron que el contenido óptimo de asfalto (C-A) para el diseño convencional es del 5%, lo que representa una mejora del 10% en comparación con otros porcentajes de C-A evaluados. Al incorporar fibra de vidrio, determinaron que el porcentaje ideal de fibra es del 4%.

En nuestra investigación, se optó por aplicar un porcentaje único de cemento asfáltico del 5%, sin realizar ensayos con otras proporciones. Este porcentaje se utilizó en mezclas con fibra de vidrio en concentraciones del 1%, 3% y 7%. Los resultados indicaron que la mezcla con el 1% de fibra de vidrio obtuvo el mejor desempeño, logrando la mayor mejora en el pavimento. Así, el 1% se estableció como la proporción óptima para optimizar el rendimiento del pavimento flexible.

En el estudio de (Melendez & Wilson, 2020) se logró obtener un porcentaje óptimo de cemento asfáltico del 6.3 % y logrando alcanzar una estabilidad de 1240 kg, con un flujo de 3.3 mm, y en comparación con la mezcla asfáltica modificada con la incorporación de

porcentajes de vidrio molido reciclado de 10 %, 15 % y 20 %, se tiene estabilidad 1154kg, 1271 kg y 1141 kg y un flujo de 3.95 mm, 3.20 mm y 3.46 mm respectivamente, el resultado más obtenido en la curva es de 1278 kg para estabilidad y 3.21 mm para el flujo, la mezcla modificada a mayor adición de vidrio molido reciclado la durabilidad disminuye para esta investigación.

A diferencia de nuestro estudio, en el cual se trabajó con un contenido óptimo de cemento asfáltico del 5%, obteniendo una estabilidad de 1071.23 kg y un flujo de 10.77 mm, al comparar con el uso de 1%, 3% y 7% de agregado de fibra de vidrio, se alcanzaron valores de estabilidad de 1205.37 kg, 1314.43 kg y 1348.81 kg, y flujos de 8.15 mm, 8.96 mm y 9.64 mm, respectivamente. Esto contrasta con estudios previos, ya que, en nuestro caso, el aumento de la adición de fibra de vidrio mejora tanto la resistencia como la estabilidad y el flujo.

Según la investigación de (Loayza, 2023) esta mezcla presento una estabilidad de 948.33 kg y un flujo de 3.68 mm, en comparación de los valores de referencia como los 1142.33 kg y 3.30 mm del patrón, se concluyó que la adición de fibra de vidrio tuvo un efecto negativo en la mezcla de micropavimentos. A pesar de cumplir con los requisitos de calidad, la presencia de ésta alteró las propiedades de la pasta de micropavimento, lo que resultó una disminución de la estabilidad y el aumento del flujo de la mezcla.

Nuestro estudio arrojó una serie de resultados que revelaron una estabilidad de 1071.23 kg y un flujo de 10.77 mm. A medida que se aumentaba el porcentaje de agregado, tanto la estabilidad como el flujo mostraban un incremento, lo cual contrasta con el estudio anterior, donde el flujo disminuía con el aumento del agregado, afectando negativamente los resultados de esa investigación.

Conclusiones

En relación con las propiedades mecánicas del pavimento, se determinó que la mezcla con asfalto convencional alcanzó una estabilidad de 1071.23 kg y un flujo de 10.77 mm. Al compararse con los parámetros establecidos en la normativa, que exigen una estabilidad mínima de 1200 kg y un rango de flujo entre 8 - 16 mm, se evidencia que la estabilidad está por debajo del valor normativo, mientras que el flujo se encuentra dentro del rango aceptable pero alto, este comportamiento podría impactar negativamente la durabilidad del pavimento. Sin embargo, al incorporar fibra de vidrio en proporciones del 1%, 3% y 7%, se observaron mejoras en la estabilidad, con valores de 1205.37 kg, 1314.43 kg y 1348.81 kg, y en el flujo, con valores de 8.15 mm, 8.96 mm y 9.64 mm, respectivamente. Estos resultados cumplen con los requisitos normativos, lo que optimiza el diseño de la mezcla asfáltica.

Finalmente, el contenido óptimo de fibra de vidrio en la mezcla asfáltica es del 1%, ya que este porcentaje mejora tanto la estabilidad, el flujo, densidad, porcentaje de vacíos, VMA, VFA y diversas propiedades mecánicas, lo que la convierte en una alternativa eficiente para la rehabilitación de pavimentos flexibles en Trujillo.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar la cantidad de fibra de vidrio en las mezclas asfálticas, ajustando la dosificación según las características específicas del tráfico, el clima y el tipo de pavimento. Una dosificación adecuada es fundamental para maximizar los beneficios en términos de resistencia a la fatiga y deformaciones sin comprometer la flexibilidad del pavimento.

Dado que las temperaturas extremas afectan el comportamiento de los pavimentos, se recomienda realizar pruebas adicionales en climas variados (frío y caliente) para evaluar cómo la fibra de vidrio influye en la respuesta térmica del pavimento. Esto permitirá ajustar el diseño de las mezclas para garantizar un buen desempeño en diferentes condiciones ambientales.

Aunque los estudios han mostrado mejoras en el comportamiento a corto plazo del pavimento reforzado con fibra de vidrio, es recomendable llevar a cabo investigaciones a largo plazo, utilizando pruebas de campo que simulen condiciones de tráfico real, para evaluar la durabilidad de este tipo de pavimentos en períodos de tiempo más extensos.

Para facilitar la implementación de mezclas asfálticas con fibra de vidrio, se recomienda trabajar en la creación de normativas y guías de diseño específicas que regulen el uso de este tipo de refuerzos en los pavimentos. Estas normativas deben incluir parámetros de dosificación, procedimientos de mezclado, control de calidad y criterios de desempeño, lo que permitirá una aplicación más estandarizada y eficiente.

Se recomienda priorizar la aplicación de pavimentos reforzados con fibra de vidrio en áreas con tráfico pesado o condiciones climáticas severas, donde los pavimentos tradicionales suelen deteriorarse más rápido. Ejemplos de estas áreas son autopistas, intersecciones y zonas industriales, donde la mayor resistencia a la fatiga y el ahuellamiento pueden marcar una diferencia significativa en la durabilidad del pavimento.

Referencias

- Alvarado, M., Alvares, L., Pinzon, J., & Becerra, J. (2019). Fibra de Vidrio y sus diferentes aplicaciones en el sector constructivo de la ingeniería civil. *revistas.ustatunja.edu.co*, 87-110.
- Andreoni, R., Angelone, S., & Martínez, F. (s.f.). *Analisis de distintos factores que afectan*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Angelone/publication/267988773_ANALISIS_DE_DISTINTOS_FACTORES_QUE_AFECTAN_LOS_RESULTADOS_DEL_ENSAYO_MARSHALL/links/54d368190cf28e0697282937/ANALISIS-DE-DISTINTOS-FACTORES-QUE-AFECTAN-LOS-RESULTADOS-DEL-ENSAYO-MA
- Areatecnologica. (2014). *Fibra de Vidrio*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/materiales/fibra-de-vidrio.html>
- Arias, F. (15 de Julio de 2012). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- Asfalto, I. d. (1982). *Manual de principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente MS-22*. Estados Unidos: Lexington.
- CAF. (4 de Febrero de 2019). *Banco Central de América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/11/carreteras-deben-estar-preparadas-para-enfrentar-el-cambio-climatico/#:~:text=CAF%20%E2%80%93banco%20de%20desarrollo%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina-%20advirti%C3%B3,y%20que%20previsiblemente%20se%20repetir%>
- Cesar, M. S. (15 de Abril de 2021). *Coeficientes V de Aiken: diferencias en los juicios de validez de contenido*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/366773412_Coeficientes_V_de_Aiken_diferencias_en_los_juicios_de_validez_de_contenido
- Corbley, A. (28 de 12 de 2022). *EE.UU pavimentación de carreteras con desechos no reciclables*. Obtenido de <https://www.goodnewsnetwork.org/these-5-u-s-states-are-repaving-roads-this-year-with-unrecyclable-plastic-waste-the-results-are-impressive/>
- E.I.R.L, J. A. (Agosto de 2013). *Asfalto RC-250*. Obtenido de <https://www.dynal.cl/pavimentacion/wp-content/uploads/2021/02/Asfalto-RC-250.pdf>
- García Jibaja, D. E. (2023). *Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo*. Obtenido de Repositorio Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130027>

- García, D. (2023). *Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo*. Obtenido de Repositorio.ucv.edu.pe: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130027>
- Guamaniquispe, F. (2017). *Análisis de las propiedades mecánicas de mezcla asfálticas con adición de caucho de llanta*. Obtenido de Repositorio,uta.edu.ec: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25156/1/Tesis%201108%20-%20Guamaniquispe%20Vaca%20Fernanda%20Patricia.pdf>
- Hernández Hernández , C. A., & Rodríguez Ayala, L. F. (2018). *MODIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS LISTAS PARA INSTALAR EN*. Obtenido de Repositorio UNI: <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5611/PROYECTO%20FINAL%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez Mendoza, S., & Duana Avila, D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. CDMX: ICEA.
- Hernández, C., & Rodríguez, L. (2018). Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5611/PROYECTO%20FINAL%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, S. (2010). Obtenido de <https://diposit.ub.edu>
- Humpiri, K. (2015). *Análisis Superficial de Pavimentos Flexibles*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- Kuennen, T. (6 de Agosto de 2014). *EQUIPMENT WORL*. Obtenido de <https://www.equipmentworld.com/roadbuilding/article/14955082/why-functional-fibers-in-pavement-and-bridges-are-important>
- Loayza Tarillo, N. J. (2023). *Repositorio Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11851/Loayza%20Tarrillo%2c%20Neysen%20Joel.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Loayza, N. (2023). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del micropavimento con adición de fibra de vidrio*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11851/Loayza%20Tarrillo%2c%20Neysen%20Joel.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Maguiña, W. (2019). *Caucho reciclado de llantas en la mezcla de asfalto a compresión*. Obtenido de Repositorio.urp.edu.pe: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2919/T030_31605837_M%20Magui%c3%b1a%20Salazar%20Walther%20Te%c3%b3filo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mata Solis, L. D. (21 de Mayo de 2019). *El enfoque cuantitativo de investigación*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>

- Melendez, H., & Wilson, P. (2020). *Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44315>
- Minaya, S., & Abel, O. (2014). *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*. Obtenido de <https://hugoalcantara.files.wordpress.com/2014/02/acapitulo-10-disec3b1o-de-mezclas-asfc3a1lticas.pdf>
- Nazar, S. (6 de Agosto de 2014). *Equipment Worl*. Obtenido de <https://www.equipmentworld.com/roadbuilding/article/14955082/why-functional-fibers-in-pavement-and-bridges-are-important>
- Pinedo Pinedo, W., & Melendrez Caucha, J. (2020). *Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44315>
- Ponce Quispe, A. J. (2021). *Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021*. Obtenido de Repositorio Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75823>
- Ponce, A. (2021). Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75823>
- Ponce, A. (2021). *Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021*. Obtenido de repositorio.ucv.edu.pe: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75823>
- Quindio, U. (Junio de 2017). *El asfalto*. Obtenido de <https://bdigital.uniquindio.edu.co/bitstream/handle/001/5947/Presentaci%C3%B3n%20Power%20Point.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=Es%20un%20material%20termopl%C3%A1stico%2C%20compuesto,o%20ser%20destilado%20del%20petr%C3%B3leo>.
- Quintana Alvarez, M., Sánchez Gálvez, S., Palmero Urquiza, D. E., Martínez Avello, R., & López Fernández, R. (1 de Diciembre de 2019). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011
- Quizhpilema, J. (2022). *Evaluación de la macrotextura a una mezcla*. Obtenido de dspace.unach.edu.ec: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9936/1/Quizhpilema%20Acero%20Julio%20Cesar%2c%20Evaluacion%20de%20la%20macrotextura%20a%20una%20mezcla%20asfaltica%20permeable%20al%20incorporar%20fibra%20de%20vidrio%20como%20mejorador%20de%20las%20propiedades%2>
- Quizhpilema, J. (2022). *"Evaluación de la macrotextura a una mezcla"*. Obtenido de dspace.unach.edu.ec:

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9936/1/Quizhpilema%20Acero%20Julio%20Cesar%2c%20Evaluacion%20de%20la%20macrotectura%20a%20una%20mezcla%20asfaltica%20permeable%20al%20incorporar%20fibra%20de%20vidrio%20como%20mejorador%20de%20las%20propiedades%2>

Revelo, G. (2015). *Estabilización de mezclas asfálticas drenantes*. Obtenido de repositorio.urg.edu.ec:

<https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e1dc6377-0bf9-44fc-b290-382eb307985c/content>

Rondon, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Bogota: Ecoe Ediciones.

Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Significados, E. (5 de Julio de 2023). *Equipo de Enciclopedias Significados*. Obtenido de <https://www.significados.com/poblacion/>


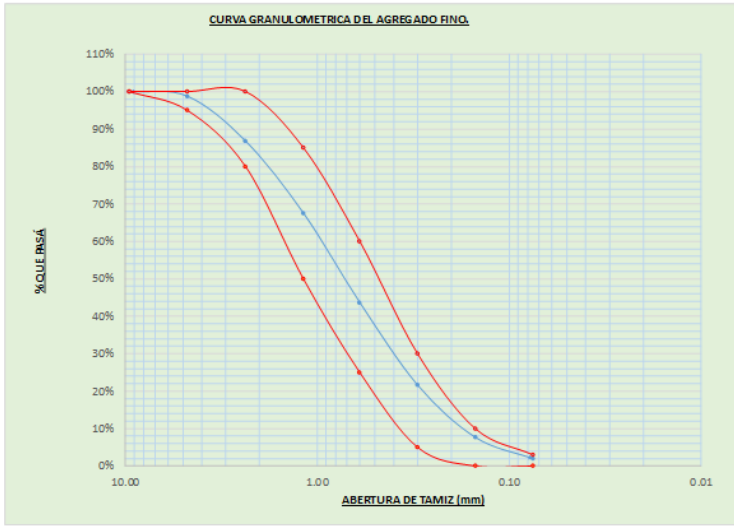
Suncha Odías, A. O., & Tores Angeles, J. L. (2023). *Diseño de pavimento flexible Incorporando fibra de vidrio en la Carpeta Asfáltica, Avenida Inca Wiracocha, Jicamarca, Lima 2023*. Obtenido de Repositorio Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122329>


Suncha, O., & Torres, J. (2023). *Diseño de Pavimento Flexible Incorporando Fibra Vidrio*. Obtenido de repositorio.ucv.edu.pe: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122329>

Zurita Cruz, J. N., Marquez Gonzales, H., Miranda Novales, G., & Villasis Keever, M. A. (10 de Junio de 2016). Obtenido de Scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902018000200178

Anexos

Anexo 1 – Protocolos de Laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOKOLO ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Agregado Fino)																						
	ENSAYO:																						
	NORMA: MTC E 204 // EG-2013																						
TE S I S: “EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”																							
CANTERA: LOS MELLIZOS - TRUJILLO		Tip o muestra: AGREGADO FINO																					
UBICACION: TRUJILLO		Descripción:																					
FECHA DE MUESTRA: 14/02/2024																							
FECHA DE ENSAYO: 15/02/2024																							
RESPONSABLE: EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO																							
REVISADO POR: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO																							
<u>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO</u>																							
ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO (ENSAYO D)																							
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																		
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)																		
1 1/2"	37.50																						
1"	25.00																						
3/4"	19.00																						
1/2"	12.50																						
3/8"	9.50				100																		
N.º 4	4.750	7.48	1.25	1.25	98.75																		
N.º 8	2.360	71.92	11.99	13.23	86.77																		
N.º 16	1.180	115.3	19.22	32.45	67.55																		
N.º 30	0.600	143.3	23.88	56.33	43.67																		
N.º 50	0.300	132.35	22.06	78.39	21.61																		
N.º 100	0.150	83.75	13.96	92.35	7.65																		
N.º 200	0.0750	34.3	5.72	98.07	1.933																		
FONDO		11.60	1.93	100.00																			
PESO TOTAL gr		600.00																					
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">NTP 400.037-2001</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>95</td><td>100</td></tr> <tr><td>80</td><td>100</td></tr> <tr><td>50</td><td>85</td></tr> <tr><td>25</td><td>60</td></tr> <tr><td>5</td><td>30</td></tr> <tr><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>0</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>						NTP 400.037-2001		100	100	95	100	80	100	50	85	25	60	5	30	0	10	0	3
NTP 400.037-2001																							
100	100																						
95	100																						
80	100																						
50	85																						
25	60																						
5	30																						
0	10																						
0	3																						
																							
OBSERVACIONES:																							
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																			
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUEZ CANGO		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN																			
FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024																			

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
	PROTOKOLO		
	ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Agregado Grueso)	
	NORMA:	MTC E 204 // EG-2013	
TE S I S	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”		
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024		
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		

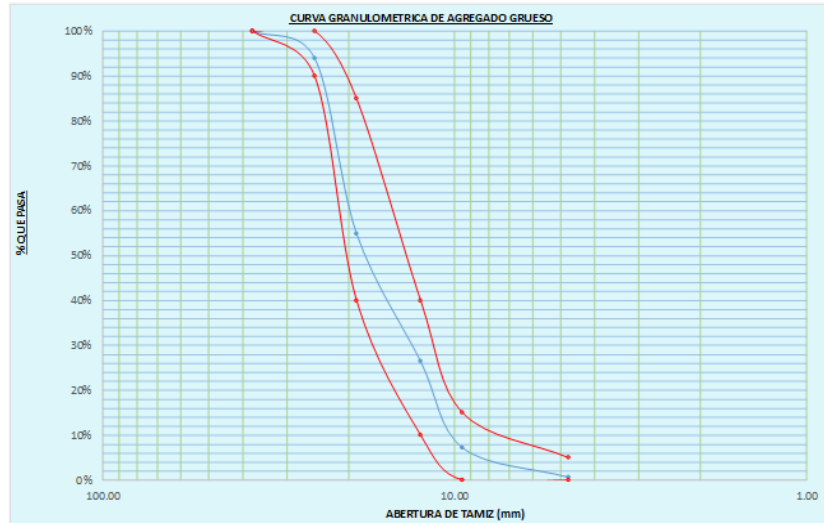
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO (ENSAYO I)

TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
N.º 2" 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 1" 1/2	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 1"	25.00	307.00	6.02	6.02	93.98
N.º 3/4"	19.00	1993.00	39.08	45.10	54.90
N.º 1/2"	12.50	1450.00	28.43	73.53	26.47
N.º 3/8"	9.50	980.00	19.22	92.75	7.25
N.º 4"	4.75	335.00	6.57	99.31	0.686
N.º 8	2.36	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 16	1.18	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 30	0.60	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 50	0.30	0.00	0.00	99.31	0.686
N.º 100	0.15	0.00	0.00	99.31	0.686
FONDO	0.00	35.00	0.69	100.00	0.00
PESO TOTAL gr		5100.00	100.00		

Porcentaje que Pasa	
100	100
90	100
40	85
10	40
0	15
0	5

Tamiz (mm)	% Pasa
37.50	100
25.00	93.98
19.00	54.9
12.50	26.47
9.50	7.25
4.75	0.686

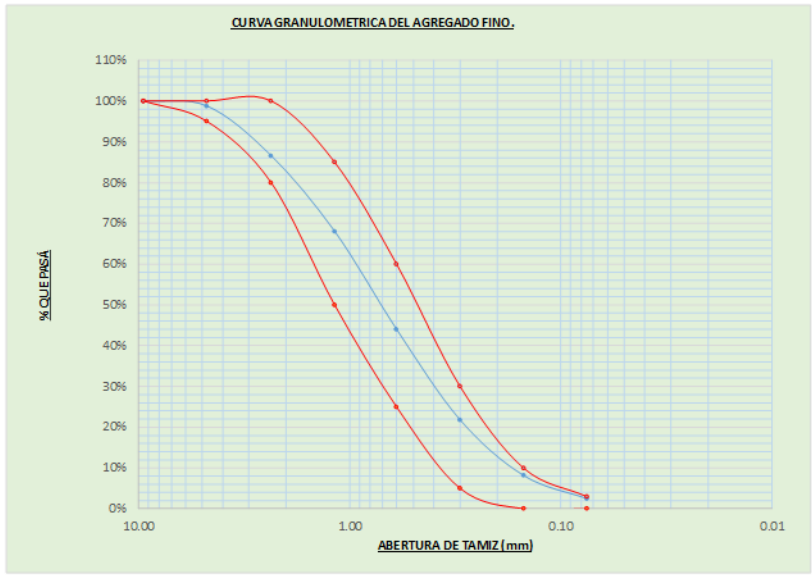


OBSERVACIONES		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUEZ CANGO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024


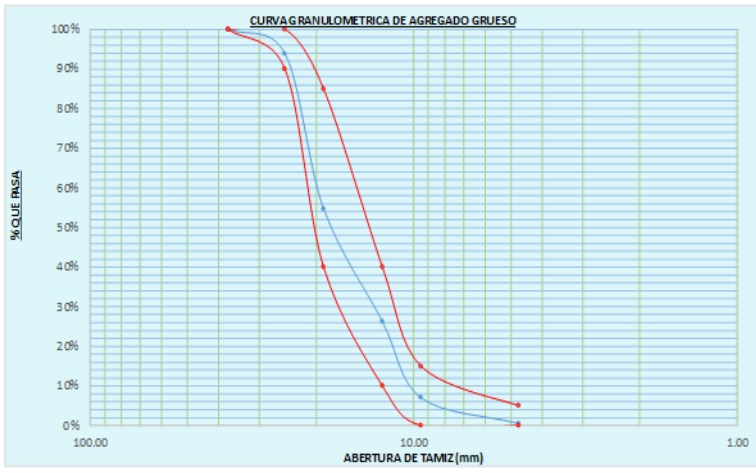
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Agregado Fino)				
NORMA:	MTC E 204 // EG-2013				
TE SIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%,3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”				
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO				
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Tipo muestra: AGREGADO FINO			
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024	Descripción:			
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024				
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO				
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO				
<u>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO</u>					
ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO (ENSAYO II)					
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
1 1/2"	37.50				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				100
N.º 4	4.750	7.50	1.25	1.25	98.75
N.º 8	2.360	72.92	12.15	13.40	86.60
N.º 16	1.180	111.3	18.55	31.95	68.05
N.º 30	0.600	144.18	24.03	55.98	44.02
N.º 50	0.300	133.45	22.24	78.23	21.78
N.º 100	0.150	81.75	13.63	91.85	8.15
N.º 200	0.0750	34.3	5.72	97.57	2.433
FONDO		15	2.43	100.00	
PESO TOTAL gr		600.00			

NTP 400.037-2001	
100	100
95	100
80	100
50	85
25	60
5	30
0	10
0	3

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO.



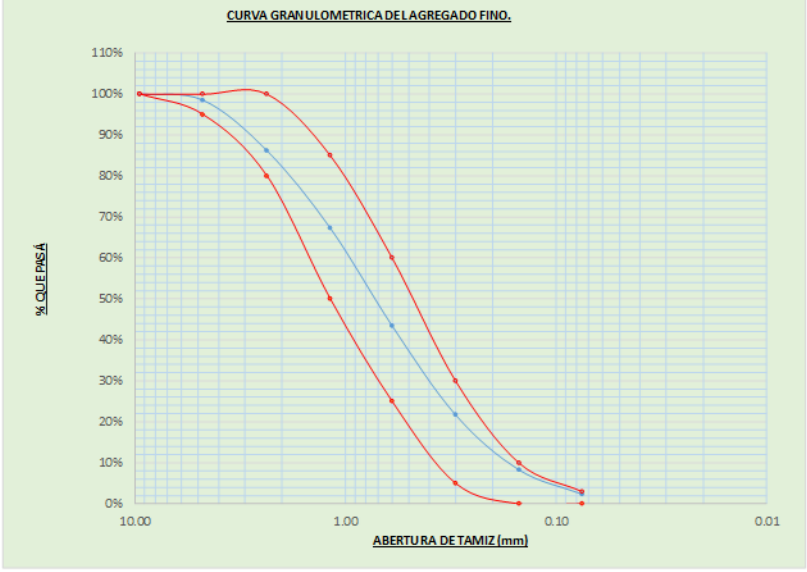
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUEZ CANGO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																		
	PROTOCOLO																		
	ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Agregado Grueso)																	
	NORMA:	MTCE 204 // EG-2013																	
TE SIS:	“E FECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”																		
CANERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO GRUESO																
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:																	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024																		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024																		
RESPONSABLE:	EDDY RUEJ BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO																		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO																		
<u>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO</u>																			
ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO (ENSAYO II)																			
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA														
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)														
N.º 2" 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00														
N.º 2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00														
N.º 1" 1/2	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00														
N.º 1"	25.00	316	6.20	6.20	93.80														
N.º 3/4"	19.00	1992	39.06	45.25	54.75														
N.º 1/2"	12.50	1449	28.41	73.67	26.33														
N.º 3/8"	9.50	982	19.25	92.92	7.08														
N.º 4"	4.75	331	6.49	99.41	0.588														
N.º 8	2.36	0.00	0.00	99.41	0.588														
N.º 16	1.18	0.00	0.00	99.41	0.588														
N.º 30	0.60	0.00	0.00	99.41	0.588														
N.º 50	0.30	0.00	0.00	99.41	0.588														
N.º 100	0.15	0.00	0.00	99.41	0.588														
FONDO	0.00	30.00	0.00	100.00	0.000														
PESO TOTAL gr		5100.00																	
<table border="1"> <tr><th colspan="2">Porcentaje que Pasa</th></tr> <tr><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>90</td><td>100</td></tr> <tr><td>40</td><td>85</td></tr> <tr><td>10</td><td>40</td></tr> <tr><td>0</td><td>15</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td></tr> </table>		Porcentaje que Pasa		100	100	90	100	40	85	10	40	0	15	0	5				
Porcentaje que Pasa																			
100	100																		
90	100																		
40	85																		
10	40																		
0	15																		
0	5																		
<table border="1"> <tr><th>Tamiz (mm)</th><th>% Pasa</th></tr> <tr><td>37.50</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>25.00</td><td>93.8</td></tr> <tr><td>19.00</td><td>54.75</td></tr> <tr><td>12.50</td><td>26.3</td></tr> <tr><td>9.50</td><td>7.08</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>0.588</td></tr> </table>		Tamiz (mm)	% Pasa	37.50	100.00	25.00	93.8	19.00	54.75	12.50	26.3	9.50	7.08	4.75	0.588				
Tamiz (mm)	% Pasa																		
37.50	100.00																		
25.00	93.8																		
19.00	54.75																		
12.50	26.3																		
9.50	7.08																		
4.75	0.588																		
OBSERVACIONES:																			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR															
NOMBRE: EDDY RUEJ BRIONES PAOLA VASQUEZ CANGO FECHA: 15/02/2024		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024															

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Agregado Fino)				
NORMA:	MTC E 204 // EG-2013				
TE SIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%,3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”				
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra: AGREGADO FINO			
UBICACIÓN:	TRUJILLO				
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024	Descripción:			
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024				
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO				
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO				
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO					
ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO (ENSAYO III)					
TAMIZ	ABERTURA	PE SO RE TENIDO	RE TENIDO	RE TENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
1 1/2"	37.50				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				100
N.º 4	4.750	9.28	1.55	1.55	98.45
N.º 8	2.360	73.92	12.32	13.87	86.13
N.º 16	1.180	113.3	18.88	32.75	67.25
N.º 30	0.600	143.1	23.85	56.60	43.40
N.º 50	0.300	130.25	21.71	78.31	21.69
N.º 100	0.150	80.45	13.41	91.72	8.28
N.º 200	0.0750	35.65	5.94	97.66	2.342
FONDO		14.05	2.34	100.00	
PE SO TOTAL gr		600.00			


NTP 400.037-2001	
100	100
95	100
80	100
50	85
25	60
5	30
0	10
0	3

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO.



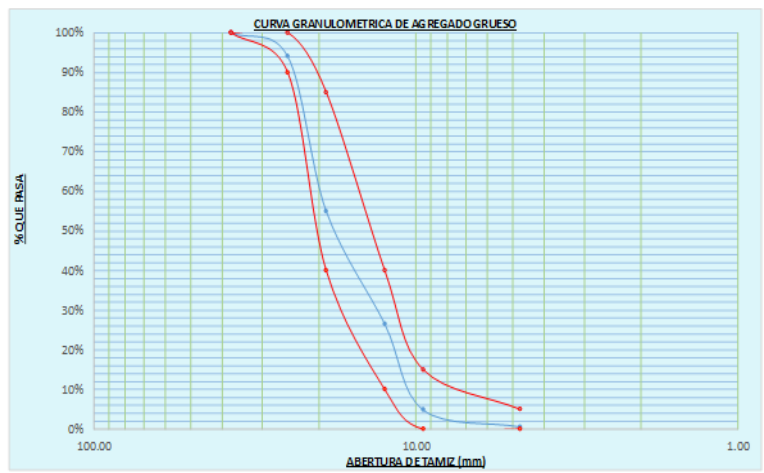
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUEZ CANGO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Agregado Grueso)			
	NORMA:	MTC E 204 // EG-2013			
	TE S I S:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”			
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO GRUESO		
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:			
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024				
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024				
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO				
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO				
<u>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO</u>					
ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO (ENSAYO III)					
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
N.º 2" 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 1" 1/2	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 1"	25.00	305	5.98	5.98	94.02
N.º 3/4"	19.00	1991	39.04	45.02	54.98
N.º 1/2"	12.50	1452	28.47	73.49	26.51
N.º 3/8"	9.50	988	19.37	92.86	7.14
N.º 4"	4.75	336	6.59	99.45	0.549
N.º 8	2.36	0.00	0.00	99.45	0.549
N.º 16	1.18	0.00	0.00	99.45	0.549
N.º 30	0.60	0.00	0.00	99.45	0.549
N.º 50	0.30	0.00	0.00	99.45	0.549
N.º 100	0.15	0.00	0.00	99.45	0.549
FONDO	0.00	28.00	0.00	100.00	0.000
PESO TOTAL gr		5100.00			

Porcentaje que Pasa	
100	100
90	100
40	85
10	40
0	15
0	5

Tamiz (mm)	% Pasa
37.50	100.00
25.00	94.02
19.00	54.98
12.50	26.51
9.50	4.84
4.75	0.549




OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUEZ CANGO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOCOLO						
ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECIFICA & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS					
NORMA:	MTC E 206 // EG-2013					
TE SIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”					
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO FINO			
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:				
FECHA DE MUESTRA:	14.02/2024					
FECHA DE ENSAYO:	15.02/2024					
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO					
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO					
<u>GRAVEDAD ESPECIFICA & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS (ENSAYO I)</u>						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada (Ws)	gr	490	492	489	490.33
B	Peso del pictómetro aforado lleno de agua.	g	680	681	678	679.67
C	Peso del pictómetro aforado con la muestra y llena de agua	g	966	967	965	966.00
S	Peso de la muestra saturada superficie seca (W _{ss})	g	500	500	500	500.00
T	Peso Sumergido (W _{sum})	g	613	613	612	612.67
E	Peso específico aparente (seco) bulk $p.e.a(seco)=(AB+S-C)(Gs)$.	gr/cm ³	2.29	2.30	2.30	2.30
F	Peso específico aparente (SSS) $p.e.s(SSS)=(S/B+S-C)(G_{sss})$.	gr/cm ³	2.34	2.34	2.35	2.34
G	Peso específico nominal (seco) $p.e.s(seco)=(AB+A-C)(G_m)$	g/cm ³	2.40	2.39	2.42	2.40
H	Absorción $\%Abs=(S-A/A)*100$	%	2.04	1.63	2.25	1.97
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR	
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO FECHA: 15/02/2024		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024			NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024	


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		PESO ESPECIFICO & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO GRUESO				
NORMA:		MTC E 206 // EG-2013				
TE SIS:		“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”				
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO		Tipo muestra:	AGREGADO GRUESO		
UBICACIÓN:	TRUJILLO		Descripción:			
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024					
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024					
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO					
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO					
<u>PESO ESPECIFICO & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS (ENSAYO I)</u>						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso en el aire de la muestra seca al horno (Ws)	gr	4826	4827	4826	4826.33
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (W _{sss})	gr	5000	5003	5001	5001.33
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr	3113	3130	3125	3122.67
D	Peso específico aparente bulk (seco) p.e.a(sec0)=(A/B-C)	gr/cm3	2.56	2.58	2.57	2.57
E	Peso específico aparente saturada (SSS) p.e.a(SSS)=(B/B-C)	gr/cm3	2.65	2.67	2.67	2.66
F	Peso específico nominar (seco) p.e.a(sec0)=(A/A-C)	gr/cm3	2.82	2.84	2.84	2.83
G	Absorción %Abs=(B-A/A)*100	g/cm3	3.61	3.65	3.63	3.63
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN		
FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024		


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROCOLO					
	ENSAYO: GRAVEDAD ESPECIFICA & ABSORCION DE LOS AGREGADOS FINOS NORMA: MTC E 206 // EG-2013 TESIS: “EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”					
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO		Tipo muestra: AGREGADO FINO			
UBICACIÓN:	TRUJILLO		Descripción:			
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024					
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024					
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO					
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO					
<u>GRAVEDAD ESPECIFICA & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS (ENSAYO II)</u>						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada (Ws)	gr	492	494	490	492.00
B	Peso del pítómetro aforado lleno de agua.	g	681	682	680	681.00
C	Peso del pítómetro aforado con la muestra y llena de agua	g	967	968	964	966.33
S	Peso de la muestra saturada superficie seca (Wss)	g	500	500	500	500.00
T	Peso Sumergido (Wsum)	g	614	614	613	613.67
E	Peso especifico aparente (seco) bulk $p.e.a(seco)=(A/B+S-C)(Gs)$.	gr/cm ³	2.3	2.31	2.27	2.29
F	Peso especifico aparente (SSS) $p.e.s(SSS)=(S/B+S-C)(Gsss)$.	gr/cm ³	2.34	2.34	2.31	2.33
G	Peso especifico nominal (seco) $p.e.s(seco)=(A/B+A-C)(Gm)$	g/cm ³	2.39	2.38	2.38	2.38
H	Absorción $\%Abs=(S-A/A)*100$	%	1.63	1.21	2.04	1.63
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN		
FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		PESO ESPECIFICO & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO GRUESO				
NORMA:		MTC E 206 // EG-2013				
TESIS:		“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%,3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”				
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO		Tipo muestra:	AGREGAFO GRUESO		
UBICACIÓN:	TRUJILLO		Descripción:			
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024		Descripción:			
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024		Descripción:			
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO					
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO					
<u>PESO ESPECIFICO & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS (ENSAYO II)</u>						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso en el aire de la muestra seca al horno (Ws)	gr	4827	4828	4827	4827.33
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (W _{ss})	gr	5001	5003	5002	5002
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr	3115	3132	3123	3123.33
D	Peso especifico aparente bulk (seco) $p.e.a(seco)=(A/B-C)$	gr/cm ³	2.56	2.58	2.57	2.57
E	Peso especifico aparente saturada (SSS) $p.e.a(SSS)=(B/B-C)$	gr/cm ³	2.65	2.67	2.66	2.66
F	Peso especifico nominar (seco) $p.e.a(seco)=(A/A-C)$	gr/cm ³	2.82	2.85	2.83	2.83
G	Absorción $\%Ab=(B-A/A)*100$	g/cm ³	3.6	3.62	3.63	3.62
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO			NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN	
FECHA: 15/02/2024			FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		GRAVEDAD ESPECIFICA & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS				
NORMA:		MTC E 206 // EG-2013				
TITULO:		“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”				
CANTERA:		LOS MELLIZOS - TRUJILLO			Tipo muestra: AGREGADO FINO	
UBICACIÓN:		TRUJILLO			Descripción:	
FECHA DE MUESTRA:		14/02/2024			Descripción:	
FECHA DE ENSAYO:		15/02/2024				
RESPONSABLE:		EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO				
REVISADO POR:		ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO				
<u>GRAVEDAD ESPECIFICA & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS (ENSAYO III)</u>						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada (Ws)	gr	488	494	496	492.67
B	Peso del pictómetro aforado lleno de agua.	g	675	685	683	681.00
C	Peso del pictómetro aforado con la muestra y llena de agua	g	964	970	961	965.00
S	Peso de la muestra saturada superficie seca (Wsss)	g	500	500	500	500.00
T	Peso Sumergido (Wsum)	g	610	614	611	611.67
E	Peso específico aparente (seco) bulk $p.e.a(seco)=(A/B+S-C)(Gs)$.	gr/cm ³	2.31	2.30	2.23	2.28
F	Peso específico aparente (SSS) $p.e.s(SSS)=(S/B+S-C)(Gsss)$.	gr/cm ³	2.37	2.33	2.25	2.32
G	Peso específico nominal (seco) $p.e.s(seco)=(A/B+A-C)(Gm)$	g/cm ³	2.45	2.36	2.28	2.36
H	Absorción $\%Abs=(S-A/A)*100$	%	2.46	1.21	0.81	1.49
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR	
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO			NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN	
FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024			FECHA: 15/02/2024	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOKOLO						
ENSAYO:		PESO ESPECIFICO & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO GRUESO				
NORMA:		MTC E 206 // EG-2013				
TESIS:		“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”				
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO					
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Tipo muestra: AGREGADO GRUESO				
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024	Descripción:				
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024					
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO					
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO					
<u>PESO ESPECIFICO & ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS (ENSAYO III)</u>						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso en el aire de la muestra seca al horno (W _s)	gr	4820	4821	4823	4821.33
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (W _{ss})	gr	5001	5004	5001	5002
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr	3116	3135	3122	3124.33
D	Peso especifico aparente bulk (seco) $p.e.a(seco)=(A/B-C)$	gr/cm ³	2.56	2.58	2.57	2.57
E	Peso especifico aparente saturada (SSS) $p.e.a(SSS)=(B/B-C)$	gr/cm ³	2.65	2.68	2.66	2.66
F	Peso especifico nominar (seco) $p.e.a(seco)=(A/A-C)$	gr/cm ³	2.83	2.86	2.84	2.84
G	Absorción $\%Ab_s=(B-A/A)*100$	g/cm ³	3.76	3.8	3.69	3.75
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR	
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO			NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN	
FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024			FECHA: 15/02/2024	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																																																																																																			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO																																																																																																		
	ENSAYO:	ABRASIÓN DE LOS ANGELES																																																																																																	
	NORMA:	EG-2013																																																																																																	
	TE SIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”																																																																																																	
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO GRUESO																																																																																																
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:																																																																																																	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024																																																																																																		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024																																																																																																		
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO																																																																																																		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO																																																																																																		
<u>ABRASIÓN DE LOS ANGELES</u>																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TAMIZ</th> <th rowspan="2">RETENIDO EN TAMIZ</th> <th colspan="4">PES Y GRAN. DE LA MUESTRA PARA ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> <tr> <th>mm (alt)</th> <th>mm (alt)</th> <th colspan="4">MASA DE AGREGADOS g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37.5</td> <td>1 1/2"</td> <td>-25.0</td> <td>(1")</td> <td>1250±25</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.0</td> <td>1"</td> <td>-19.0</td> <td>(3/4")</td> <td>1250±25</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19.0</td> <td>3/4"</td> <td>-12.5</td> <td>(1/2")</td> <td>1250±10</td> <td>2500±10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.5</td> <td>1/2"</td> <td>-9.5</td> <td>(3/8")</td> <td>1250±10</td> <td>2500±10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.5</td> <td>3/8"</td> <td>-6.3</td> <td>(1/4")</td> <td></td> <td></td> <td>2500±10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.3</td> <td>1/4"</td> <td>-4.75</td> <td>(Nº 4)</td> <td></td> <td></td> <td>2500±10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.75</td> <td>No. 4</td> <td>-2.36</td> <td>(Nº 8)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000±10</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">MASA TOTAL g</td> <td></td> <td></td> <td>5000±10</td> <td>5000±10</td> <td>5000±10</td> <td>5000±10</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No. ESFERAS</td> <td></td> <td></td> <td>12</td> <td>11</td> <td>8</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">MASA DE LAS ESFERAS g</td> <td></td> <td></td> <td>5000±25</td> <td>4584±20</td> <td>3320±15</td> <td>2500±10</td> </tr> </tbody> </table>				TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PES Y GRAN. DE LA MUESTRA PARA ENSAYO				A	B	C	D	mm (alt)	mm (alt)	MASA DE AGREGADOS g				37.5	1 1/2"	-25.0	(1")	1250±25				25.0	1"	-19.0	(3/4")	1250±25				19.0	3/4"	-12.5	(1/2")	1250±10	2500±10			12.5	1/2"	-9.5	(3/8")	1250±10	2500±10			9.5	3/8"	-6.3	(1/4")			2500±10		6.3	1/4"	-4.75	(Nº 4)			2500±10		4.75	No. 4	-2.36	(Nº 8)				5000±10	MASA TOTAL g				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	No. ESFERAS				12	11	8	6	MASA DE LAS ESFERAS g				5000±25	4584±20	3320±15	2500±10
TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PES Y GRAN. DE LA MUESTRA PARA ENSAYO																																																																																																	
		A	B	C	D																																																																																														
mm (alt)	mm (alt)	MASA DE AGREGADOS g																																																																																																	
37.5	1 1/2"	-25.0	(1")	1250±25																																																																																															
25.0	1"	-19.0	(3/4")	1250±25																																																																																															
19.0	3/4"	-12.5	(1/2")	1250±10	2500±10																																																																																														
12.5	1/2"	-9.5	(3/8")	1250±10	2500±10																																																																																														
9.5	3/8"	-6.3	(1/4")			2500±10																																																																																													
6.3	1/4"	-4.75	(Nº 4)			2500±10																																																																																													
4.75	No. 4	-2.36	(Nº 8)				5000±10																																																																																												
MASA TOTAL g				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10																																																																																												
No. ESFERAS				12	11	8	6																																																																																												
MASA DE LAS ESFERAS g				5000±25	4584±20	3320±15	2500±10																																																																																												
DESGASTE A LA ABRASIÓN																																																																																																			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3																																																																																														
A	PESO DE LA MUESTRA TOTAL	gr	5005.00																																																																																																
B	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ Nº 12	gr	3288.00																																																																																																
C	DESGASTE DE ABRASION $D=(A-B)*100/A$	%	34.31																																																																																																
OBSERVACIONES:																																																																																																			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																																																																																															
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO		NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN																																																																																															
FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024																																																																																															

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	EQUIVALENTE DE ARENA	
	NORMA:		
TE SIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”		
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO FINO
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024		
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		

EQUIVALENTE DE ARENA


NUMERO DE CILINDRO	1	2	3
LECTURA DE ARENA (mm)	330	360	290
LECTURA DE ARCILLA (mm)	130	120	120
PROFUNDIDAD DE VARILLA DE MEDICION (mm)	254	254	254
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	58.46	88.33	30.00
PROMEDIO (%)	59		

Tabla 330 - 2. Requisitos de los agregados para bases granulares

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2

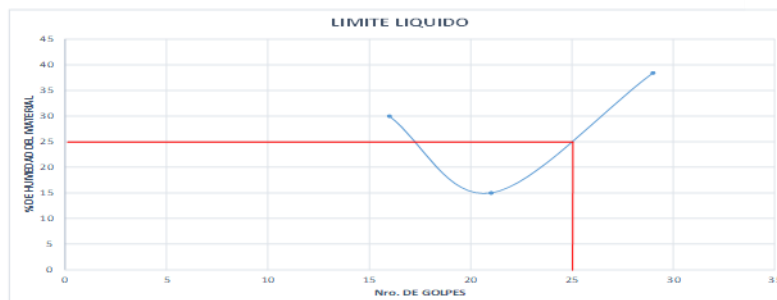
OBSERVACIONES:

RE SPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN
FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		PROTOCOLO	
		LIMITES	
ENSAYO:		“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”	
NORMA:			
TE SIS:			
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGREGADO FINO
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024		
RESPONSABLE:	EDDY RUIEL BRIONES & PAOLA VÁSQUEZ CANGO		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		

LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD


	LIMITE LIQUIDO		
	25 - 35	20 - 30	15 - 25
RANGOS			
N° DE GOLPES	29	21	16
N° DE MUESTRA	1	2	3
PESO TARA	89.20	89.20	89.20
PESO HUMEDO + TARA	107.20	112.20	102.20
PESO SECO + TARA	102.20	109.20	99.20
PESO DEL AGUA	5	3	3
PESO SUELO SECO	13	20	10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	38.46	15.00	30.00



	LIMITE PLASTICO				
	4	5		I	20
N° DE MUESTRA					
PESO TARA	89.20	89.20		II	20
PESO HUMEDO + TARA	95.20	95.20			
PESO SECO + TARA	94.20	94.20		=	20
PESO DEL AGUA	1	1			
PESO SUELO SECO	5	5			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20	20			

LIMITE LIQUIDO (%)	25
LIMITE PLASTICO (%)	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	
NOMBRE: EDDY RUIEL BRIONES PAOLA VÁSQUEZ CANGO	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO	ASESOR
FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO ESPECIFICO TEORICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS		
	NORMA:	MTC E 508/ASTM D 2041/AASHTO T 209		
	TESIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%,3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”		
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	AGRE. GRUESO//AGRE. FINO & ASFALTO.	
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:		
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024			
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024			
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO			
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO			
<u>PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>				
	MUESTRA N°	01	02	03
	1.- PESO DEL FRASCO	1050.20	1050.20	1050.20
	2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	3920.50	3920.50	3920.50
	3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	3418.00	3410.15	3403.99
	4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	4600.00	4592.50	4586.60
	5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1182.00	1182.35	1182.61
	6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	502.50	510.35	516.51
	PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.35	2.32	2.29
				2.32
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN	
FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024		FECHA: 15/02/2024	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL		
NORMA:	MTC E504 – ASTM D6926 / ASTM D 1559		
TESIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%,3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”		
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	Mezcla Asfáltica en caliente (MAC)
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024		
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANG		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		

INFORME ENSAYO MARSHALL

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200
% PASA MATERIAL	100.00	93.98	54.90	26.47	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPECIFICACIONES	100	80-100	67-85	60-77	43-54	29-45	14-25	8-17	4-8
Nº BRIQUETA					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.5			
2	% Grava > Nº 4 en peso de la mezcla					90.47			
3	% Arena < Nº 4 en peso de la Mezcla					4.53			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					---			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.02			
6	Peso Especifico de la Grava > Nº 4 (Bulk) gr/cc					2.57			
7	Peso Especifico de la Arena < Nº 4 (Bulk) gr/cc					2.30			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					---			
9	Peso Especifico de la Grava > Nº 4 (Aparente) gr/cc					2.66			
10	Peso Especifico de la Arena < Nº 4 (Aparente) gr/cc					2.34			
11	Altura promedio de la briqueta cm				6.68	6.65	6.68		
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1167.90	1165.40	1169.80		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1172.70	1171.30	1175.20		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				638.65	638.35	642.45		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				534.05	532.95	532.75		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.19	2.19	2.20	2.19	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (MTC E 508/ASTM D 2041)					2.32			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				5.7	5.7	5.4	5.61	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total = $(2+3+4) / (2.6+3.7+4.8)$					2.56			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total = $(2+3+4) / ((100/17-1.5))$					2.52			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado = $(100 \times 5 \times (20-19)) / (19 \times 20)$					-0.58			
22	% de Asfalto Efectivo = $1 - (2.1 \times (2+3+4) / 100)$					6.05			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.00		0.00	0.6-1.3
24	V.M.A. = $100 - (2+3+4+5) \times (16/19)$				17.84	17.84	17.50	17.73	MIN 14
25	% Vacios llenos con C.A. = $100 \times (24-18) / 24$				67.83	67.80	69.41	58.35	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				10.40	11.06	10.86	10.77	8-14
27	Estabilidad sin corregir (Kg) según carta de calibración				1055.29	1251.94	1041.25		
28	Factor de estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1013.08	1201.86	999.60	1071.51	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo = $(29/26) \times 10$				1065.60	1090.50	1054.60	1070.23	1700-4000
31	Compactación, número de golpes por cara				75.00	75.00	75.00		

OBSE RVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN
FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSDAD PRIVADA DEL NORTE									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL							
NORMA:		MTC E504 – ASTM D6926 / ASTM D 1559							
TE SIS:		“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”							
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO				Tipo muestra:	Mezda Asfáltica en caliente (MAC)			
UBICACIÓN:	TRUJILLO				Descripción:				
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024				Descripción:				
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024								
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANG								
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO								
<u>INFORME ENSAYO MARSHALL</u>									
TAMICES ASTM	1" 1/2	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 100
% PASA MATERIAL	100.00	93.98	54.90	26.47	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPECIFICACIONES	100	80-100	67-85	60-77	43-54	29-45	14-25	8-17	4-8
Nº BRIQUETA					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezda					5			
2	% Grava > N° 4 en peso de la mezcla					88.11			
3	% Arena < N° 4 en peso de la Mezda					6.89			
4	% Cemento portland en peso de la Mezda					---			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.02			
6	Peso Especifico de la Grava > N° 4" (Bulk) gr/cc					2.57			
7	Peso Especifico de la Arena < N° 4 (Bulk) gr/cc					2.30			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					---			
9	Peso Especifico de la Grava > N° 4 (Aparente) gr/cc					2.66			
10	Peso Especifico de la Arena < N° 4 (Aparente) gr/cc					2.34			
11	Altura promedio de la briqueta cm				6.10	6.40	6.70		
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1223.00	1243.00	1230.00		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1234.00	1255.00	1251.00		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				688.00	678.00	686.00		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				546.00	577.00	565.00		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.24	2.15	2.18	2.19	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (MTC E 508/ASTMD 2041)					2.32			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTMD 3203)				3.5	7.1	6.2	4.59	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total = $(2+3+4) / (2/6+3/7+4/8)$					2.55			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total = $(2+3+4) / ((100/17-1/5))$					2.49			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado = $(100 \times 5 \times (20-19)) / (19 \times 20)$					-0.99			
22	% de Asfalto Efectivo = $1 - (21 \times (2+3+4)) / 100$					5.94			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.00		0.00	0.6-1.3
24	V.M.A. = $100 - (2+3+4+5) \times (16/19)$				12.25	13.10	14.36	13.24	MIN 14
25	% Vacios llenos con C.A. = $100 \times (24-18) / 24$				71.83	45.46	57.07	68.12	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				7.10	7.50	8.35	8.15	8-14
27	Estabilidad sin corregir (Kg) según carta de calibración				952.39	1031.90	1027.22		
28	Factor de estabilidad				0.93	0.89	0.93		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				885.72	918.39	955.31	919.81	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo = $(29/26) \times 10$				1247.50	1224.52	1144.09	1205.37	1700-4000
31	Compactación, número de golpes por cara				75.00	75.00	75.00		
OBSERVACIONES:									
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR		
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO FECHA: 15/02/2024			NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO FECHA: 15/02/2024				NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN FECHA: 15/02/2024		


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE									
PROTOCOLO									
ENSAYO:	RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL								
NORMA:	MTC E504 – ASTM D6926 / ASTM D 1559								
TE SIS:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”								
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO			Tipo muestra:	Mezcla Asfáltica en caliente (MAC)				
UBICACIÓN:	TRUJILLO			Descripción:					
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024								
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024								
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO								
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO								

INFORME ENSAYO MARSHALL

TAMICES ASTM	1" 1/2	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 50	N° 100
%PASA MATERIAL	100.00	93.98	54.90	26.47	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPECIFICACIONES	100	80-100	67-85	60-77	43-54	29-45	14-25	8-17	4-8
N° BRIQUETA					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5			
2	% Grava > N° 4 en peso de la mezcla					88.11			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					6.89			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					---			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.02			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.57			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.30			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					---			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.66			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.34			
11	Altura promedio de la briqueta cm				6.40	6.50	6.10		
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1229.00	1236.00	1228.00		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1224.00	1195.00	1251.00		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				615.50	618.70	615.30		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				608.50	576.30	635.70		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.02	2.14	1.93	2.03	
17	Peso Especifico Máximo - Rice (MTC E 508/ASTM D 2041)					2.32			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				12.9	7.6	16.7	12.41	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total = (2+3+4) (2/6+3/7+4/8)					2.55			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total = (2+3+4) ((100/17-1/5)					2.49			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado = (100 x 5 x (20-19))/(19 x 20)					-0.99			
22	% de Asfalto Efectivo = 1-(21x(2+3+4)/100					5.94			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.00		0.00	0.6-1.3
24	V.M.A. = 100-(2+3+4+5)x(16/19)				23.90	19.19	27.21	23.43	MIN 14
25	% Vacios llenos con C.A. = 100x(24-18)/24				45.84	60.62	38.50	48.32	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				10.03	10.06	6.78	8.96	8-14
27	Estabilidad sin corregir (Kg) según carta de calibración				1008.51	1022.54	1074.01		
28	Factor de estabilidad				0.93	0.93	0.93		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				937.91	950.96	998.83	962.57	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo = (29/26) x 10				1336.31	1298.81	1308.18	1314.43	1700-4000
31	Compactación, número de golpes por cara				75.00	75.00	75.00		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN
FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL	
	NORMA:	MTC E 504 – ASTM D6926 / ASTM D 1559	
TESES:	“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE”		
CANTERA:	LOS MELLIZOS - TRUJILLO	Tipo muestra:	Mezcla Asfáltica en caliente (MAC)
UBICACIÓN:	TRUJILLO	Descripción:	
FECHA DE MUESTRA:	14/02/2024		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2024		
RESPONSABLE:	EDDY RUJEL BRIONES & PAOLA VASQUEZ CANGO		
REVISADO POR:	ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO		

INFORME ENSAYO MARSHALL

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200
% PASA MATERIAL	100.00	93.98	54.90	26.47	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPECIFICACIONES	100	80-100	67-85	60-77	43-54	29-45	14-25	8-17	4-8
Nº BRIQUETA					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5			
2	% Grava > N° 4 en peso de la mezcla					90.47			
3	% Arena < N° 4 en peso de la Mezcla					4.53			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					---			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.02			
6	Peso Especifico de la Grava > N° 4 (Bulk) gr/cc					2.57			
7	Peso Especifico de la Arena < N° 4 (Bulk) gr/cc					2.30			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					---			
9	Peso Especifico de la Grava > N° 4 (Aparente) gr/cc					2.66			
10	Peso Especifico de la Arena < N° 4 (Aparente) gr/cc					2.34			
11	Altura promedio de la briqueta cm				6.10	6.30	6.30		
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1227.00	1227.00	1199.00		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1235.00	1247.00	1188.00		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				614.50	614.50	599.50		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				620.50	632.50	588.50		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				1.98	1.94	2.04	1.98	
17	Peso Especifico Máximo - Rice (MTC E 508/ASTMD 2041)					2.32			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTMD 3203)				14.8	16.4	12.2	14.44	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total = $(2+3+4) / (2/6+3/7+4/8)$					2.56			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total = $(2+3+4) / ((100/17-1/5))$					2.49			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado = $(100 \times 5 \times (20-19)) / (19 \times 20)$					-1.11			
22	% de Asfalto Efectivo = $1 - (21 \times (2+3+4)) / 100$					6.05			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.00		0.00	0.6-1.3
24	V.M.A. = $100 - (2+3+4+5) \times (16/19)$				25.71	27.12	23.45	25.42	MIN 14
25	% Vacios llenos con C.A. = $100 \times (24-18) / 24$				42.56	39.58	48.06	43.40	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				7.74	10.60	10.57	9.64	8-14
27	Estabilidad sin corregir (Kg) según carta de calibración				989.80	1008.51	1027.22		
28	Factor de estabilidad				0.93	0.93	0.96		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				920.51	937.91	986.13	948.19	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo = $(29/26) \times 10$				1364.44	1331.62	1350.38	1348.81	1700-4000
31	Compactación, número de golpes por cara				75.00	75.00	75.00		

OBSE RVACIONE S:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: EDDY RUJEL BRIONES PAOLA VASQUES CANGO	NOMBRE: ING. WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO	NOMBRE: ING. HENRRY JOSUE VILLANUEVA BAZAN
FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024	FECHA: 15/02/2024



CERTIFICADO
DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que Eddy Hanzón Rujel Briones con ID CARD N00139941 y Paola Fresia Vásquez Cango con ID CARD N00156466, han realizado ensayos en las instalaciones de los laboratorios de **Concreto y Suelos** de esta universidad, requeridos para la tesis **“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN 1%, 3% Y 7% EN LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DEL CEMENTO ASFÁLTICO EN CALIENTE”**.

Se expide esta certificación a solicitud de los interesados, para los fines que estimen conveniente.

Trujillo, 26 setiembre de 2024



Wesley J. Leonardo Carrasco
Supervisor de Laboratorio

Anexo 2 – Panel Fotográfico

Foto 1.- Compactación del espécimen.



Foto 2.-Retiro del espécimen



Foto 3.- Peso sumergido de la muestra



Foto 4.- Colocación del segmento sobre le espécimen.



Foto 5.- Ajuste de maquina Marshall.

