



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en  
caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

García Jibaja, Daruín Ear ([orcid.org/0000-0003-2814-4631](https://orcid.org/0000-0003-2814-4631))

**ASESOR:**

Mg. Cerna Vasquez, Marco Antonio ([orcid.org/0000-0002-8259-5444](https://orcid.org/0000-0002-8259-5444))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de investigación a Dios, a mis padres y hermanos, por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de mi carrera, sobre todo por creer en mí y brindarme su cariño.

García Jibaja, Daruin Ear

## **Agradecimiento**

Agradezco al Ing. Alexander Taboada Cruzado por haberme brindado su apoyo, y a mi docente, el Mg. Cerna Vásquez Marco Antonio, por haberme guiado en el desarrollo y culminación exitosa de este proyecto de investigación.

García Jibaja, Daruin Ear

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	14
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	15
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS .....	16
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	17
3.5. PROCEDIMIENTOS .....	19
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	21
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	21
IV. RESULTADOS .....	22
4.1. Caracterización de los agregados pétreos.....	22
4.2. Caracterización de la fibra de vidrio para.....	23
4.3. Propiedades físicas y mecánicas del diseño convencional. ....	24
4.4. Propiedades físicas y mecánicas del diseño con fibra de vidrio .....	28
V. DISCUSIÓN .....	33
VI. CONCLUSIONES .....	35
VII. RECOMENDACIONES .....	37
REFERENCIAS .....	38
ANEXOS .....	39



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Característica de la fibra de vidrio</i> .....	10
<b>Tabla 2.</b> <i>Especificación para los agregados gruesos</i> .....	12
<b>Tabla 3.</b> <i>Especificación para los agregados finos</i> .....	13
<b>Tabla 4.</b> <i>Requerimiento de mezcla de concreto bituminoso - Marshall</i> .....	13
<b>Tabla 5.</b> <i>Matriz de clasificación de variables</i> .....	16
<b>Tabla 6.</b> <i>Detalle de muestra</i> .....	17
<b>Tabla 7.</b> <i>Número de briquetas – muestra</i> .....	17
<b>Tabla 8.</b> <i>Instrumentos</i> .....	18
<b>Tabla 9.</b> <i>Validación de instrumentos</i> .....	19
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultados de ensayos de agregado grava</i> .....	22
<b>Tabla 11.</b> <i>Resultados de ensayos de agregado fino</i> .....	23
<b>Tabla 12.</b> <i>Caracterización de la fibra de vidrio</i> .....	24
<b>Tabla 13.</b> <i>Resumen de resultados del diseño de mezcla convencional</i> .....	24
<b>Tabla 14.</b> <i>Resumen de resultados del diseño de mezcla con fibra de vidrio.</i> .....	28
<b>Tabla 15.</b> <i>Matriz de operacionalización de variables</i> .....	43
<b>Tabla 16.</b> <i>Matriz de consistencia</i> .....	44

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema de procedimiento.....	20
Figura 2. Gráfico de curva de vacíos – diseño convencional .....	25
Figura 3. Gráfico de curva de flujo – diseño convencional .....	25
Figura 4. Gráfico de curva de densidad – diseño convencional .....	26
Figura 5. Gráfico de curva de estabilidad – diseño Convencional.....	27
Figura 6. Gráfico de viscosidad – diseño convencional.....	27
Figura 7. Gráfico de curva de vacíos – diseño con fibra de vidrio.....	29
Figura 8. Gráfico de curva de flujo – diseño con fibra de vidrio.....	30
Figura 9. Gráfico de curva de densidad – diseño con fibra de vidrio.....	30
Figura 10. Gráfico de curva de estabilidad – diseño con fibra de vidrio .....	31
Figura 11. Gráfico de viscosidad – diseño con fibra de vidrio .....	32

## Resumen

El presente proyecto de investigación titulado “Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo”, tiene como objetivo general: determinar las propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo. 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. La problemática de querer contar con carreteras pavimentadas en buenas condiciones, para lograr un dinamismo socioeconómico nacional, nos impulsó a lograr 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. 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. La investigación contribuyó con el objetivo de desarrollo sostenible “Ciudades y comunicaciones sostenibles” (ODS 11), mediante el diseño de carreteras eficientes, resultando en una mejora del sistema de transporte público. Por último, se indica que los ensayos y resultados cumplieron con los requerimientos normativos del MTC y AASHTO, lo que nos da la posibilidad de su utilización real.

**Palabras clave:** Pavimento asfáltico, fibra de vidrio, pavimento, asfalto.

## **Abstract**

The present research project entitled "Physical and mechanical properties in hot asphalt mixes incorporating fiberglass, Trujillo", has as general objective: to determine the physical and mechanical properties in hot asphalt mixes incorporating fiberglass, Trujillo. It was developed under a quantitative approach; using an experimental research design, of applied type, of explanatory level. It counted with a population and sample of 24 briquettes, applying observation as a technique and the observation form as an instrument. The problem of wanting to have paved roads in good conditions, to achieve a national socioeconomic dynamism, led us to determine the physical and mechanical properties of the hot asphalt mixture with the addition of fiberglass from 3% to 6%, for the following tests: percentage of voids; density; stability and viscosity. It was concluded that the optimum value of glass fiber addition is 4%, which provides the best performance in improving the physical and mechanical properties of the asphalt mixture. The research contributed to the sustainable development objective "Sustainable Cities and Communications" (ODS 11), through the design of efficient roads, resulting in an improvement of the public transportation system. Finally, it is indicated that the tests and results complied with the regulatory requirements of the MTC and AASHTO, which gives us the possibility of its real use.

**Keywords:** Asphalt pavement, fiberglass, pavement, asphalt.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo en entero, la realización de obras viales ha tenido un incremento muy fuerte paralelo al avance de las sociedades, debido a que esta infraestructura es de carácter primordial para el desarrollo socioeconómico en todos los países. En la actualidad de manera global nos encontramos en tiempos de innovación tecnológica, de las cuales las mezclas asfálticas no son la excepción, estas buscan innovar con nuevos diseños que permitan mejorar los componentes de resistencia de las mezclas asfálticas, para lograr de esta manera resistir el tránsito elevado que cada día va en aumento y también resistir los variados climas que estamos presenciado en la actualidad.

A nivel de Latinoamérica se evidencia una complejidad en la parte de infraestructura vial en las últimas décadas, como es el caso de Colombia, se evidencia la problemática de sus carreteras, el cual cuenta con una red vial de 11,576.92 Km, donde el 80.36% de sus carreteras son pavimentadas y de estas el 47.94% se encuentran en mal estado, identificando fallas de grietas, baches, surcos y ahuellamiento, ocasionadas según los reportes por la variación del clima, lluvias, subidas y bajadas de temperatura (INVIAS, 2020). De igual forma en el vecino país de Ecuador presenta problemas de inundaciones viales, siendo este un problema latente debido a las altas precipitaciones en las épocas invernales (diciembre – marzo), la capacidad de drenar el agua superficial que tienen sus estructuras viales por lo general es deficiente, llevándolas al colapso del drenaje vial, lo que conlleva a que la carpeta asfáltica tradicional se deteriore rápidamente (Revelo, 2016).

En nuestro país, el investigador Ponce nos indica que el tener carreteras pavimentadas en buenas condiciones es fundamental para poder obtener un dinamismo socioeconómico, en las zonas urbanas y partes alejadas de nuestro Perú. Sin embargo, nuestra realidad vial nos hace presenciar de carreteras en mal estado, estando sometidas a las condiciones naturales y a las elevadas cargas vehiculares que cada día va en aumento, generando baches, grietas y hasta huecos, etc. Sin lugar a duda esto conlleva a tener gran variedad de problemas, como el de generar peligros al momento de transportarse, congestión vehicular, entre otras dificultades para transportarse (Ponce, 2021). De igual

forma (De La Cruz, 2019) comparte el mismo concepto de Ponce indicando que la gran parte de nuestras carreteras pavimentadas presentan deterioro, baches, grietas, hasta llegar a observarse huecos de regular volumen, indicando que esto se debe a que las carreteras se enfrentan a climas extremos, altas cargas vehiculares y al poco o nulo mantenimiento de la infraestructura.

Por lo descrito, se entiende que los pavimentos diseñados convencionalmente ya no son aptos para soportar los inconvenientes mencionados por Revelo y De la Cruz, por este motivo se vienen presentando nuevos métodos que permitan mejorar las mezclas asfálticas, con el objetivo de lograr un pavimento altamente resistente. Es por esto que el tema de investigación busca la innovación de un nuevo diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando la fibra de vidrio con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de vacíos, flujo, densidad, estabilidad y viscosidad.

En la investigación como formulación del **problema general** tenemos, ¿Cómo influye la incorporación de fibra de vidrio en las propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo?

Como **justificación técnica**, el proyecto se justifica al lograr mejorar las propiedades física y mecánicas del pavimento flexible, logrando este tener resistencias a las fallas de grietas, baches, surcos y ahuellamiento , por parte, la **justificación social**, en un contexto general tener un pavimento altamente resistente contribuye significativamente en la sociedad por las mejoras de transporte, salud, educación y más, por último, la **justificación económica**, al ser la fibra de vidrio un material accesible, rentable y a su vez es utilizado en cantidades mínimas en el diseño de la nueva mezcla, se justifica su aplicabilidad como un agente fortalecedor de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente.

Este proyecto de investigación tiene como **objetivo general** el determinar las propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo., de igual forma se plantea los **objetivos específicos**, teniendo la (a) Caracterización de los agregados pétreos para el

diseño de una mezcla asfáltica incorporando fibra de vidrio, Trujillo.; (b) Caracterización de la fibra de vidrio para su incorporación en el diseño de una mezcla asfáltica, Trujillo.; (c) Determinar las propiedades físicas y mecánicas con el método Marshall de un diseño convencional de una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo.; (d) Determinar las propiedades físicas y mecánicas con el método Marshall de la incorporación de fibra de vidrio del diseño de una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo.

En la investigación se plantea como **hipótesis general** que la incorporación de fibra de vidrio influye significativamente en mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de asfalto en caliente, Trujillo.

## II. MARCO TEÓRICO

Ziari & Monirib et. al (2019), en el artículo **“Laboratory evaluation of the effect of synthetic Polyolefin-glass fibers on performance properties of hot mix asphalt, Iran”**, publicado en la revista Construction and Building Materials, el cual tuvo como objetivo usar diferentes porcentajes de fibras de poliolefina vidrio en mezclas asfálticas en caliente, utilizando el método Marshal para determinar la estabilidad. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada, experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos tuvieron como muestra 18 probetas asfálticas con fibras y sin fibras de diferentes dosificaciones. Sus resultados obtenidos indican que el 3% de fibra en peso del aglutinante como aditivo condujo a un aumento en la estabilidad Marshall 1751.10 kg, además, la susceptibilidad a la humedad, la sensibilidad al envejecimiento y la resistencia al agrietamiento mejoraron al usar fibra de polipropileno como modificador del betún. Los investigadores concluyen que el uso de fibras de vidrio de polipropileno tuvo un efecto positivo significativo en la estabilidad de Marshall, también se encontró que el estado mecánico de las mezclas asfálticas dependía en gran medida de la longitud de la fibra, siendo estas longitudes de 6 a 12 mm, las que mostraban un mejor desempeño (pág. 459).

Alfalah et. al (2021), en el artículo **“Evaluating the impact of fiber type and dosage rate on laboratory performance of Fiber-Reinforced asphalt mixtures”**, publicado en la revista Construction and Building Materials, USA, se centraron en investigar la evaluación del impacto de los tipos de fibra (basalto, fibra de vidrio y carbono), el contenido de ligante y sus tasas de dosificación en las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica modificada, indicando que para analizar el efecto de las fibras utilizaron el método Marshal. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada, experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos tuvieron como muestra las mezclas de asfalto que no contenían fibras y mezclas con tasas de dosificación de fibra de 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % y 0,4 %. Sus resultados obtenidos indican que la tasa de dosificación del 0.15% tuvo poco o ningún impacto en el contenido óptimo de aglutinante, mientras que la tasa de dosificación del 0,30%



requirió un aumento en el contenido de aglutinante del 0,6 %, 0,6 % y 0,8 % para las fibras de basalto, fibra de vidrio y carbono, respectivamente, para cumplir con los requisitos volumétricos. Los investigadores concluyen que el estudio mostró la necesidad de un contenido adicional de aglutinante a una tasa de dosificación del 0,30 %, lo que se podría deber a un aumento en el volumen de la muestra (denominado altura de rebote) que se produjo después de 24 h de enfriamiento de la muestra a temperatura ambiente, finalizando en un contexto general el estudio destacó los beneficios y los desafíos del rendimiento del laboratorio al usar mezclas asfálticas reforzadas con fibras (2021).

Castro et. al. (2019) en el artículo **“Modificación de una mezcla asfáltica en caliente mediante procedimiento en seco utilizando desechos especiales (escoria) proveniente de baterías de automóviles, Ecuador”**, se centraron en investigar las propiedades de la mezcla asfáltica, incorporada con desperdicios característicos provenientes de las baterías de automóviles, utilizando el método Marshall. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada, experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos de Marshall trabajaron con diferentes dosificaciones de asfalto de 5%; 5.5%; 6%, 6.5% y 7% contando con 03 briquetas para cada dosificación, contando con un total de 15 briquetas como muestra y para determinar el módulo de rigidez utilizaron como muestra 02 especímenes para mezcla sin modificar y 02 especímenes para la modificada. Sus resultados obtenidos indican que el 5% de escoria presenta una densidad de 2,276 (gr/cm) y una estabilidad de 4311 (lbf), el asfalto óptimo es de 6.5%, al aumentar el porcentaje de escoria en la mezcla produce que la densidad disminuya. Los investigadores concluyen que la dosificación más adecuada utilizando escoria es de 5%, siendo este el porcentaje más bajo pero el que más mejoras trae a diseño (pág. 12).

Mantilla y Castañeda (2019), en el artículo **“Evaluación de la incorporación simultánea de caucho granulado y asfaltita en ligantes asfálticos, Colombia”**, se centraron en investigar la caracterización de las propiedades mecánicas de muestras de asfalto modificadas con caucho reciclado, procedente de neumáticos de vehículos usados y asfaltita, utilizando el método Marshall. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada,

experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos utilizaron cuatro mezclas base con asfalto puro representadas en briquetas con dimensiones de 1cm de diámetro y 2cm de alto; y 8 briquetas en combinación de asfalto y asfaltita con porcentajes de 5%, 8% y 10%. Sus resultados obtenidos indican que el 8 % de polímero y 10 % de asfaltita otorga mejoras sustanciales al asfalto como en la resistencia al ahuellamiento. Los investigadores concluyen que el porcentaje de 8% de asfalto modificado permite que el compuesto tenga una mayor elasticidad y una mejor recuperación después de sufrir deformaciones, evitando posibles problemas en el pavimento provocados por la baja flexibilidad del ligante asfáltico (pág. 257).

Lozano et. al. (2020), en el artículo **“Asfaltos y mezclas asfálticas densas medicadas con caucho de botas militares, Colombia”**, se centraron en investigar la evaluación de las propiedades físicas y reológicas de la mezcla asfáltica, diseñado con distintas dosificaciones de caucho, bajo el método Marshall. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada, experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos utilizaron como muestra concreto asfáltico convencional (testigo) y 03 mezclas asfálticas modificadas con distintas dosificaciones de caucho, buscando la estabilidad de Marshall y dinámica del módulo dinámico. Sus resultados obtenidos indican que el volumen de vacíos de aire disminuye en función del aumento del porcentaje de asfalto modificado, también aumentan el valor de estabilidad comparada a la mezcla de control, indican que la estabilidad aumenta proporcionalmente a la cantidad de modificante, respecto a la viscosidad, obtuvieron que a una temperatura de 150 °C una viscosidad (segundos) de 34, indicando que los mayores incrementos se dan a temperaturas elevadas, lo que contribuye a una mayor estabilidad de la viscosidad, por último, el cemento asfáltico de 5.5% registra los resultados más elevados de estabilidad y rigidez de Marshall. Los investigadores concluyen que la incorporación de caucho logra mejorar los parámetros de la mezcla asfáltica, también contribuye a la disminución de la contaminación ambiental, por último, al integrar este material reciclado (botas militares) logramos de alguna manera reutilizar el material (pág. 120).

Figuerola et. al. (2021), en el artículo **“Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente, Colombia”**, se centraron en investigar cómo elaborar una mezcla asfáltica incorporando icopor en el diseño, utilizando el método Marshall. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada, experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos utilizaron como muestra 03 especímenes para una mezcla convencional y 03 especímenes modificados, los ensayos que utilizaron fueron de estabilidad de Marshall. Los resultados óptimos muestran que la mezcla convencional, obtiene una estabilidad de 2900 lb, flujo de 3.2 mm, vacíos 4.9% y una densidad de 2.240 g/cm<sup>3</sup>; respecto a la modificada, estabilidad de 4900 lb, flujo de 3.3 mm, vacíos 12.5% y una densidad de 2.168 g/cm<sup>3</sup> que hubo una reducción del 60%, respecto a la ductilidad en el diseño modificado, ocasionado por el aumento de la rigidez que brinda el icopor, con Marshall se obtuvo un aumento en la estabilidad respecto a la incorporación del icopor frente a la mezcla convencional, por último, se observó un descenso del peso unitario en el diseño modificado, indicando que a mayor estabilidad se logra un asfalto más liviano. Los investigadores concluyen que podría darse una reducción del 50% respecto a la deformación plástica ocasionada por la movilización de vehículos de 13 Ton, se podría aumentar la estabilidad del nuevo asfalto aun teniendo este menor peso, finalizando con la idea de tener la posibilidad de inclusión de estos materiales en las mezclas asfálticas es viable y determinar una deposición final del desecho que impactan el ambiente (pág. 5).

Ortiz et. al. (2019), en el artículo **“Comparativo de las propiedades de un diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional y el uso de polímeros en la carretera Tosagua, España”**, se centraron en investigar y verificar los materiales pétreos que se utilizarán en una mezcla asfáltica convencional, y realizar un nuevo diseño asfáltico incorporando polímeros, utilizando el método Marshall. El artículo trabajó con una metodología de tipo aplicada, experimental, explicativa, con un enfoque cuantitativo. Para realizar los ensayos utilizaron como muestra 04 juegos de especímenes con distintas dosificaciones de asfalto, 5.5%, 6%; 6.5% y 7% respecto a la mezcla convencional y las mismas para el incorporado con polímeros, la mezcla modificada utilizará un 3% de polímeros. Sus resultados obtenidos indican que el asfalto convencional logró la densidad

de 2,357 kg/m<sup>3</sup>, estabilidad de 2,238 lb y un % de vacíos de 3.8; mientras la mezcla modificada con 3% de polímero logró una densidad de 2,375 kg/m<sup>3</sup>, estabilidad de 2,662 lb y un % de vacíos de 3.9, por último, obtuvieron que el contenido óptimo de polímeros en la mezcla asfáltica es de 6.5%. Teniendo en cuenta estos datos, los investigadores concluyen que la mezcla modificada con polímero logra mayor densidad y estabilidad respecto a la mezcla convencional (pág. 1).

En esta investigación se presenta el siguiente marco teórico sobre las teorías relacionadas al tema:

**El pavimento**, estructura formada por agregados pétreos (gruesos y finos), el pavimento está constituido por diferentes capas que permite soportar diversas cargas. La profundidad de las capas conlleva a tener una disminución frente a las deformaciones, de esta manera se logra disminuir las fuerzas o presiones transmitidas por la carga vehicular (Huaman, 2020).

**Pavimentos Flexibles** es una estructura vial que se compone por una capa base, subbase y una carpeta asfáltica, en la que se combinan agregados bituminosos como ligantes o aditivos. La subrasante del suelo soporta y distribuye las fuerzas transmitidas por los pesos de los vehículos en las 3 capas base, de esta manera logra tolerar las cargas que se le transmiten (Suica, 2021).

**La composición de los pavimentos flexibles** de acuerdo a (Humpiri, 2015), los pavimentos flexibles conforman cuatro capas, las cuales son la carpeta asfáltica ubicada en la superficie, la capa base, subbase y por último la subrasante. Las cuales se describen a continuación:

**Subrasante**, es una carpeta que conforma la estructura del pavimento, ubicada por debajo de la subbase, tiene como función soportar su carga y las cargas transmitidas, con el objetivo de no afectar la calidad del diseño previsto, por lo que será sometido a diferentes cargas, esta parte del pavimento debe brindar resistencia e inmunidad al efecto de la humedad (Salas, 2018).

**Subbase**, esta capa está ubicada sobre la base, para lograr soportar las cargas que le son transmitidas uniformemente, aplicadas en la capa de rodadura, debiendo soportar las variaciones inherentes al suelo (Humpiri, 2015).

**Base granular** en una de las capas más importantes de la estructura del pavimento, esta tiene la función de distribuir y enviar las cargas de las que está siendo sometida la capa de rodadura (Vila, 2021).

**Carpeta asfáltica**, ubicada en la superficie para proteger las capas que se ubican por debajo, entrando en contacto directo con los vehículos, por lo que es la más afectada por la presión de la carga vehicular, Tiene como objetivo impermeabilizar y evitar las filtraciones en las capas ubicadas por debajo (Surya, 2022).

**Asfalto**, constituido por compuestos orgánicos, como destilado de petróleo puro que es una sustancia negra, viscosa, sólida o semi según su composición, en temperaturas extremas puede pasar a un estado blando hasta un estado líquido, en este estado es utilizado para cubrir los agregados pétreos y aditivos de la mezcla (Ortiz, 2016). También menciona las características del asfalto describen a continuación:

**Los agregados** están compuestos por la combinación de arenas, rocas o grabas, que pueden ser naturales o procesadas, las cuales son extraídas de canteras.

**Los aditivos**, son agentes esenciales que sirven para la realización del pavimento o para su mantenimiento, estos pueden lograr mejoras en el comportamiento del asfalto, obteniendo aumentos en su resistencia, también contribuyen a la disminución de los costos de ejecución.

**El vidrio**, denominado como un material no cristalino, su descubrimiento se dio hace mucho tiempo atrás, el cual se compone de sílice, encontrado en las arenas o cuarzos en un alrededor del 70%, por lo que se convierten en las materias primas de la conformación del vidrio; así como también el carbono de socio, cal y otros componentes más de los cuales ayudan a su resistencia. (Ponce, 2021).

**Fibra de vidrio** tiene la propiedad de aislar térmicamente, nula absorbencia, químicamente estables y son incombustibles (Ponce, 2021).

**La composición de las fibras de vidrio** obtenida de una mezcla homogénea, la fibra a temperaturas muy elevadas puede llegar a entrar en un estado líquido. La fibra cuenta con la propiedad de dispersión a causa de compuestos orgánicos el que proporciona la unión de filamentos y brinda la protección de los filamentos (García, 2017). La fibra contempla las siguientes propiedades:

**Tabla 1.** *Característica de la fibra de vidrio*

<b>Tipo de fibra</b>	<b>Diámetro Equivalente (mm)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) (mil)</b>	<b>Resistencia a la Tracción (Mpa) Promedio (mil)</b>	<b>Módulo de Young (Gpa)</b>	<b>Alargamiento de Rotura (%) Promedio</b>
Acrílico	0,02 – 0,03	1.1	0,3	2	1,1
Asbestos	0,002 – 0,02	3.2	0,8	83 - 138	1,5
Vidrio	0,01 - 0.2	2.5	1,8	70 - 80	2,5
Polipropileno	0,02 - 1	0.95	0, 5	3.5 - 15	15
Carbón	-	1.4	4	230 - 240	1,6

Fuente: (Huillcaya, 2019)

**Resistencia química** (ESCOM, 2016) indica que la fibra de vidrio es en gran medida resistente a la erosión química, no afectándole el cambio climático. Entonces la fibra de vidrio es material que no se erosiona y/o deteriora con facilidad, ya que también este tiene resistencia a una gran cantidad de elementos ácidos.

**Bajo mantenimiento** (ESCOM, 2016) gracias a su alta resistencia de diferentes tipos de compuestos químicos o cargas, el material no necesita de un mantenimiento constante.

**Aislamiento eléctrico**, (ESCOM, 2016) afirma que la fibra de vidrio es un excelente aislante eléctrico, recomendándola para diversas aplicaciones en la construcción.

**Versatilidad**, (ESCOM, 2016) comenta que la fibra de vidrio es un producto con gran versatilidad, pudiéndose manejar de diferentes formas, lo que su aplicabilidad en cualquier trabajo no sería problema.

**Aislante térmico**, por lo que la fibra de vidrio tiene coeficientes de expansión térmica muy bajos, pero con una conductividad elevada lo que hace que disipe el calor de una forma acelerada y resulte perfecto en su aplicabilidad como aislante térmico (ESCOM, 2016).

**Mezcla asfáltica en caliente**, Mezcla bituminosa en caliente, constituida por arena triturada, arena natural, piedra triturada o aditivos modificados. La mezcla bituminosa es empleada como componente esencial en la construcción de pavimento, logrando mejorar la calidad de la infraestructura vial (Vasquez, 2021).

**Ensayo Marshall**, método que involucra la cantidad de mezcla bituminosa, utilizando betunes sólidos y materiales pétreos, no pudiendo superar tamaños establecidos (máximo – mínimos) medidos en centímetros. La estabilidad se garantiza con la cantidad correcta de betún, el cual debe tener un buen recubrimiento de partículas, en donde está incluida la compactación, porcentajes de vacíos, densidad, flujo, estabilidad, los cuales se describen a continuación, (Hernandez, 2018):

**Vacíos**, referido a las aberturas diminutas de aire, que se dan por mala adherencia de los agregados que componen la mezcla asfáltica. Es recomendado que estos agregados deben contener el mínimo contenido de vacíos (Mohammad, 2022).

**Estabilidad Marshall**, cuantificada respecto a su resistencia en unidades de kg o lb, de la cual cada una de las briquetas presentará. Para lograr obtener la estabilidad las briquetas son puestas en un baño maría a 60°C por 30 minutos, terminados los minutos se retira el espécimen a la superficie para ser sometidos a cargas hasta llegar al fallo, luego se procede a registrar el valor máximo de resistencia el cual está representado en kg o lb (Nazer, 2021).

**Flujo Marshall** definida por la deformación que presenta el espécimen desde el momento inicial en que se somete a cargas, hasta llegar al momento final que falla el espécimen (Mardones, 2019).

Teorías relacionadas a los ensayos del diseño de una mezcla asfáltica incorporando fibra de vidrio:

**Ensayo granulométrico**, (Gang, 2022) indica que son ensayos que someten a los agregados a pruebas que sirven para comprobar sus propiedades mecánicas, teniendo en cuenta la disposición de estos materiales en las normas técnicas peruanas e internacionales, para proceder a clasificarlas a través de diferentes rejillas codificadas según el tamaño del material, logrando que los materiales de piedra grande y pequeña sean caracterizados correctamente, por lo que es fundamental para la composición de la mezcla.

**Agregados pétreos** (Ferreira, 2020) definido como materiales granulares sólidos, los cuales son sometidos a ensayos de caracterización para ser utilizados como componentes de diferentes tipos de construcción, estructuras de concreto, bases granulares, pavimentos asfálticos.

**Clasificación del agregado pétreo**, definido por su tamaño y/o característica según (Ponce, 2021):

**Agregado grueso**, caracterizado por ser el agregado que no logra pasar en su totalidad por el tamiz #4 o superiores a este, según la norma técnica de SUCS.

**Características de los agregados gruesos** en la incorporación de un diseño asfáltico según (Ponce, 2021): Granulometría, es donde el agregado se caracteriza físicamente, siendo identificado por su forma y dimensión, siendo de mucho valor para analizar su resistencia mecánica de la partícula y su conjunto, se establece como la resistencia a la deformación o a la tenacidad de soporte.

**Tabla 2.** Especificación para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Parámetro	
		Altitud (m.s.n.m.) (mil)	
		= < 3	> 3
ENS. de durabilidad respecto al sulfato de magnesio (máx.)	MTC E 209	(18%)	(15%)
ENS. de abrasión los ángeles (máx.)	MTC E 207	(40%)	(35%)
ENS. de adherencia	MTC E 517	(+95)	(95)
ENS. de índice de durabilidad (mín.)	MTC E 214	(35%)	(35%)
ENS. de partícula chatas y alargadas (máx.)	ASTM 4791	(10%)	(10%)
ENS. de caras fracturadas (máx.)	MTC E 210	80/50	90/70
ENS. del total sales solubles (máx.)	MTC E 219	(0.5%)	0.5%.
ENS. de absorción (máx.)	MTC E 206	(1.0%)	(1.0%)

Fuente: MTC - (EG-2013).



**Agregado fino**, (Ponce, 2021) refiere al agregado que logra pasar por el tamiz #4 en su totalidad o gran parte de su volumen, pero retenido por el tamiz #200.

**Propiedades de los agregados finos** para su uso en las mezclas asfálticas, (Ponce, 2021) menciona las siguientes propiedades de los agregados finos:

**Tabla 3. Especificación para los agregados finos**

Ensayos	NORMA	PARÁMETRO	
		Altitud (m.s.n.m.) (mil)	
		= > 3	> 3
ENS. de equivalencia de arena	MTC E 114	(+60)	(+70)
ENS. de angularidad del agregado	MTC E 222	(+30)	(+40)
ENS. de azul de metileno (máx.)	AASHTO TP 57	(8)	(8)
ENS. de índice de plasticidad (N°40)	MTC E 111	(NP)	(NP)
ENS. de durabilidad sulfato de magne.	MTC E 209	-	(18 máx.)
ENS. del índice de durabilidad (mín.)	MTC E 214	(35)	(35)
ENS. del índice de plasticidad (N°200)	MTC E 111	(-4)	NP
ENS. de total de sales solubles	MTC E 219	(0.5%)	(0.5%)
ENS. de absorción (máx.)	MTC E 205	(0.5%)	(0.5%)

Fuente: MTC- (EG-2013).

**El diseño de una mezcla asfáltica** con el método Marshall tendría el objetivo determinar el óptimo contenido de asfalto y también determinar las propiedades mecánicas de estabilidad, flujo y densidad, sin olvidar el porcentaje de vacíos (Ponce, 2021).

**Tabla 4. Requerimiento de mezcla de concreto bituminoso - Marshall**

Parámetros de diseño	Tipo de mezcla		
	A.	B.	C.
<b>Marshall E ~ 504</b>			
1. Compactación (N° de golpes – por lado)	(75)	(50)	(35)
2. Estabilidad (mínima requerida)	8.15 kn	5.44 kn	4.53 kn
3. Flujo 0,01" = (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje (%) de vacíos - aire (1er)	3~5	3~5	3~5
5. Vacíos - agregado mineral	<b>Ver Tabla 423 ~10</b>		
<b>Inmersión - Compresión (MTC E ~ 518)</b>			
1. Resistencia a la compresión (Mpa) - (Mín.)	(2.1)	(2.1)	(1.4)
2. Resistencia retenida (%) - (mín.)	(75)	(75)	(75)
Polvo Asfalto – Relación - (2do)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Estabilidad/flujo (kg/cm) (mil) - Relación - (3er)	1,7 ~ 4,0		
AASHTO T 283 ~ Resistencia conservada	Mín. 80.		

Fuente: MTC - (EG-2013).

### III. METODOLOGÍA

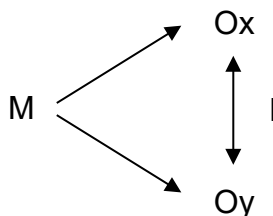
#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Nuestra investigación es de **TIPO APLICADA**, el cual pretende conocer la reacción de las propiedades mecánicas de vacíos, flujo, densidad, estabilidad y viscosidad de una mezcla asfáltica incorporada con fibra de vidrio. (Borja, 2016) explica que este tipo de investigación busca “comprender, modificar, ejecutar y transformar la realidad de los problemas suscitados en un entorno ya marcado, con la finalidad de hallar soluciones y/o mejoras al problema establecido”.

Según el diseño **Experimental**, por la manipulación de la variable independiente sobre la variable dependiente (mezcla asfáltica). Según (Hernández, 2014) asegura que una investigación es experimental cuando por medio de ensayos se obtienen resultados.

Según el nivel **Explicativo**, por lo que se plantea explicar y/o describir la relación causal de la incorporación de la fibra de vidrio en la mezcla asfáltica. Según (Hernández, 2014), se basa en explicar el fenómeno y/o suceso del cual se pretende saber su comportamiento o características (p. 92, 95).

El proyecto se trabajó bajo un enfoque **CUANTITATIVO**, porque realizaremos cálculos para determinar las propiedades físicas y mecánicas. (Hernández, 2014) lo ratifica diciendo que este enfoque requiere de un análisis de datos para la obtención de resultados, utilizando un análisis estadístico con una medición numérica.



**Dónde:**

**M:** Muestra – Briquetas

**Ox:** Variable Independiente – Incorporación de fibra de vidrio

**Oy:** Variable Dependiente – Mezcla asfáltica

**I:** Incorporación

### **3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE: INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO**

##### **Definición conceptual**

La fibra de vidrio es un material hecho de filamentos de vidrio unidos con resina que, cuando se entrelazan, crean una estructura fuerte y perfecta, que puede usarse como refuerzo estructural para otros materiales (Ponce, 2021)

##### **Definición operacional**

Material que al ser caracterizado para su incorporación en una mezcla asfáltica brinda propiedades de resistencia de vacíos, flujo, densidad y de estabilidad (Ponce, 2021)

##### **Indicadores**

Granulometría, filamentos, vacíos, flujo, densidad, estabilidad y viscosidad.

##### **Escala de medición**

La Razón.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE: MEZCLA ASFÁLTICA**

##### **Definición conceptual**

Compuesto por un conjunto de materiales pétreos que son unidos por medio del ligante asfáltico y entrelazados de tal manera que los agregados finos y gruesos queden entrelazados y cubiertos por una capa uniforme de asfalto (Ortiz, 2016).

##### **Definición operacional**

Constituida en promedio por el 90% de agregado fino y grueso, un 5% de filler (polvo mineral) y un último 5% de ligante asfáltico (De La Cruz, 2019).

##### **Indicadores**

Granulometría, vacíos, flujo, densidad, estabilidad y viscosidad.

##### **Escala de medición**

La Razón.

## MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5. Matriz de clasificación de variables

VARIABLES	RELACIÓN	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN
Incorporación de la fibra de vidrio	Independiente	Cuantitativa	Razón
Mezcla asfáltica	Dependiente	Cuantitativa	Razón

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

#### POBLACIÓN

Es un conjunto de eventos que coinciden con la especificación definida para el análisis (Hernández, 2014 pág. 174). Para la presente investigación se cuenta con 24 briquetas como población, que servirán de espécimen para el desarrollo de las pruebas de laboratorio, tales como la mezcla asfáltica incorporada con fibra de vidrio y mezcla asfáltica convencional.

#### MUESTRA

Es un segmento que se selecciona de la población general para ser partícipe del estudio (Malhotra, 2008 pág. 335). Para el presente estudio se tomará como muestra a 12 briquetas para la mezcla asfáltica convencional y 12 briquetas para la mezcla asfáltica incorporada con fibra de vidrio.

Se indica que para la realización del estudio de las briquetas se realizó 01 pruebas de calidad de los agregados pétreos.

**Tabla 6. Detalle de muestra**

ENSAYOS	ASFALTO CONVENCIONAL				ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO			
	C-A 4.5	C-A 5.0	C-A 5.5	C-A 6.0	3%	4%	5%	6%
<b>MARSHALL</b>								
Vacios	03	03	03	03	03	03	03	03
Flujo								
Densidad								
Estabilidad								
<b>VISCOELASTICIDAD</b>								
Viscosidad (Saybot-furol)	03 optimo				03 optimo			

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7. Número de briquetas – muestra**

DESCRIPCIÓN	BRIQUETAS
Mezcla asfáltica (convencional)	12
Mezcla asfáltica incorporada con fibra de vidrio	12
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>

Fuente: elaboración propia.

## MUESTREO

Definida por la selección de elementos basada parcialmente en el criterio del investigador (Ñaupás, 2014). Para nuestra investigación se ha empleado un muestreo de tipo no probabilístico, puesto que la muestra no tuvo dependencia de la probabilidad, sino que se seleccionó de manera intencional.

## UNIDAD DE ANÁLISIS

Es un elemento esencial de la investigación, puesto que este será sometido al análisis (Ñaupás, 2014 pág. 150) . Para la investigación resulta ser cada una de las briquetas, que servirán de espécimen para el desarrollo de los ensayos en el laboratorio.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### TÉCNICA

Es aplicada a la muestra para obtener alguna información específica sobre ella (Malhotra, 2008 pág. 183). En el presente estudio será empleada la técnica de la observación – Experimental, la cual permite observar las

pruebas ejecutadas, recopilar la información y registrarla para posteriormente estudiarlas y analizarlas.

### **INSTRUMENTO**

Será empleado como instrumento las Ficha de observación establecidas por la normativa del MTC y AASHTO, la cual es una herramienta que utilizan los investigadores para recopilar datos a través de pruebas o ensayos basadas en las variables investigadas (Hernández, 2014 pág. 199). Se emplearán un aproximado de 30 fichas de observación, las cuales recopilaron y clasificaron los resultados que se obtendrán de las pruebas de laboratorio.

**Tabla 8. Instrumentos**

<b>ENSAYOS</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Ficha 01. Granulometría del agregado grueso	<b>FICHAS NORMADAS POR EL REGLAMENTO DEL MTC Y AASHTO (FICHA DE OBSERVACIÓN)</b>
Ficha 02. Granulometría del agregado fino	
Ficha 03. Durabilidad al sulfato de magnesio	
Ficha 04. Abrasión Los Ángeles	
Ficha 05. Adherencia	
Ficha 06. Índice de durabilidad	
Ficha 07. Partículas chatas y alargadas	
Ficha 08. Caras fracturadas	
Ficha 09. Sales solubles total	
Ficha 10. Absorción	
Ficha 11. Equivalente de arena	
Ficha 12. Angularidad del agregado fino	
Ficha 13. Azul de metileno	
Ficha 14. Índice de plasticidad	
Ficha 15. Vacíos	
Ficha 16. Flujo	
Ficha 17. Densidad	
Ficha 18. Estabilidad	
Ficha 19. Viscosidad (Saybot-furol)	

Fuente: elaboración propia.

### **VALIDEZ**

(Hernández, 2014) lo define como el grado en el que los instrumentos miden o analizan las variables propuestas en el estudio (p. 200). La validez de los instrumentos, será proporcionado por el Ingeniero especialista encargado del laboratorio de asfalto en donde se realizarán los ensayos.

**Tabla 9.** Validación de instrumentos

<b>ENSAYOS</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>VALIDACIÓN</b>
Ficha 01. Granulometría del agregado	<b>FICHAS NORMADAS POR EL REGLAMENTO DEL MTC Y AASHTO</b>	<b>INGENIERO LABORATORISTA</b>
Ficha 02. Granulometría del agregado fino		
Ficha 03. Durabilidad al sulfato de		
Ficha 04. Abrasión Los Ángeles		
Ficha 05. Adherencia		
Ficha 06. Índice de Durabilidad		
Ficha 07. Partículas chatas y alargadas		
Ficha 08. Caras fracturadas		
Ficha 09. Sales Solubles Total		
Ficha 10. Absorción		
Ficha 11. Equivalente de arena		
Ficha 12. Angularidad del agregado fino		
Ficha 13. Azul de metileno		
Ficha 14. Índice de plasticidad (malla		
Ficha 15. Vacíos		
Ficha 16. Flujo		
Ficha 17. Densidad		
Ficha 18. Estabilidad		
Ficha 19. Viscosidad (Saybot-furol)		

Fuente: elaboración propia.

### **3.5. PROCEDIMIENTOS**

Primero se inicia con la búsqueda de la información, luego con la obtención de los materiales pétreos (agregado grueso y fino) de la cantera seleccionada, en el laboratorio se da el reconocimiento de las herramientas y equipos a utilizar, posterior a esto, se inicia con los ensayos de calidad de los materiales, paso siguiente se precisa las dosificaciones de la mezcla convencional 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y para la mezcla modificada con fibra de vidrio 3%,4%,5% y 6%, para luego proceder con la elaboración de las briquetas (12 por cada diseño), se realizan los ensayos a las briquetas del diseño convencional con el método Marshall (vacíos, flujo, densidad, estabilidad), con la obtención del CA óptimo se procede a utilizarlo con la adición fibra de vidrio, para realizarle los mismos ensayos de la mezcla convencional, paso seguido se realiza los ensayos de viscosidad, finalmente se analizan y comparan los resultados obtenidos.

Esquema de procedimientos:

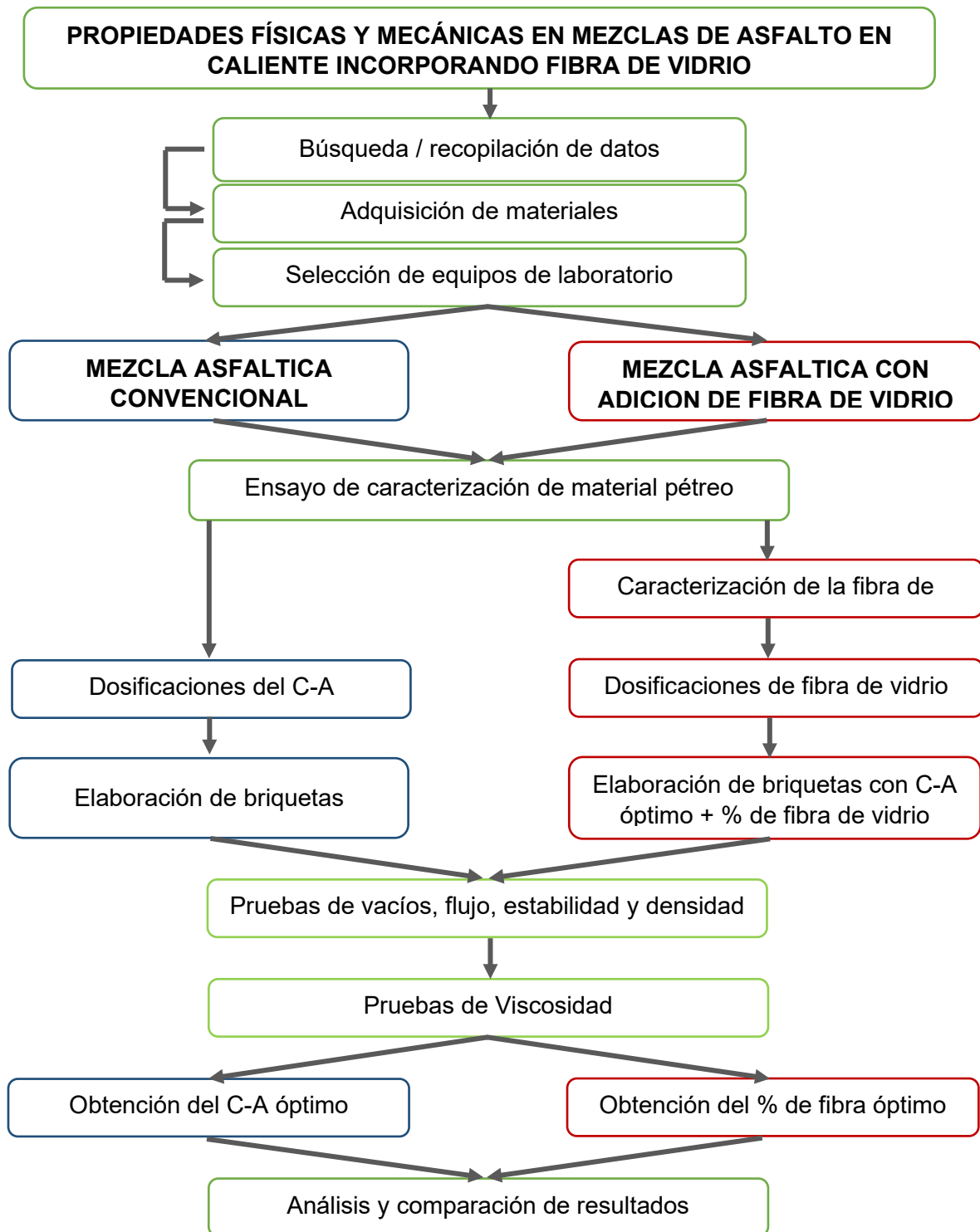


Figura 1. Esquema de procedimiento



### **3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Se empleará un análisis explicativo, utilizando tablas y gráficos que permitan brindar una descripción de las variables, dimensiones e indicadores contenidas en la investigación.

### **3.7. ASPECTOS ÉTICOS**

Para la defensa del proyecto de investigación se han utilizado diversas fuentes para la recopilación de datos o información, como proyectos de titulación de pregrado y posgrado, investigaciones científicas, noticias y libros, las cuales han sido debidamente referenciadas de acuerdo a lo establecido en las normas ISO, mostrando respeto por las normas que la universidad estableció para el desarrollo. Por otra parte, se mostró respeto por la confidencialidad de los datos proporcionados por el ingeniero responsable del laboratorio de asfalto seleccionado, asegurando que los resultados son verídicos y no han sido sometidos a manipulación a favor del autor.

Finalmente, para verificar la autenticidad se utilizó el programa Turnitin, que arrojó un 19% de similitud, resultando inferior al 20% establecido por la Universidad César Vallejo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Objetivo 01: Caracterización de los agregados pétreos para el diseño de una mezcla asfáltica incorporando fibra de vidrio, Trujillo.

#### 4.1.1. Caracterización del agregado grueso

Para la realización de estos ensayos se extrajeron agregados de la cantera El Milagro, ubicada en El Milagro, Trujillo. Todos los ensayos de calidad de los agregados se trabajaron de acuerdo a la normativa del MTC y ASTM, citados en la tabla 02 y 03.

**Tabla 10. Resultados de ensayos de agregado grava**

Ensayos	Norma	Altitud (m.s.n.m.) > 3.000	Resul.
Durabilidad al sulfato de magnesio (máx.)	MTC E 209	(15%)	1.99%
Abrasión Los Ángeles (máx.)	MTC E 207	(35%)	28.27%
Adherencia	MTC E 517	(95)	98
Índice de Durabilidad (min.)	MTC E 214	(35%)	93.46%
Partículas chatas y alargadas (máx.)	ASTM 4791	(10%)	9.85
Caras fracturadas 2 (máx.)	MTC E 210	90/70	75.05
Sales Solubles Total (máx.)	MTC E 219	(0.5%)	0.063%
Absorción (máx.)	MTC E 206	(1.5%)	1.41

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: se muestra el resultado de durabilidad al sulfato de magnesio, el cual tiene como resultado porcentual del 1.99, que según los requerimientos normativos permisibles MTC E 209 indica que el valor máximo es 15%, cumpliéndose con lo estipulado en la norma; así como el resto de resultados descritos en la presente tabla, lo cual nos da la conclusión que el material pétreo es apto para su utilización en el diseño de la mezcla asfáltica.

#### 4.1.2. Caracterización del agregado fino

Tabla 11. Resultados de ensayos de agregado fino

Ensayos	Norma	Altitud (m.s.n.m.) > 3.000	Resul.
Equivalente de arena	MTC E 114	(+70)	80%
Angularidad del agregado	MTC E 222	(+40)	43.4
Azul de metileno (máx.)	AASHTO TP 57	(8)	3.33
Índice de plasticidad (malla n°40)	MTC E 111	(NP)	(NP)
Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	MTC E 209	(18 máx.)	1.99%
Índice de durabilidad (min.)	MTC E 214	(35%)	91.9%
Índice de plasticidad (malla n°200) (máx.)	MTC E 111	(NP)	(NP)
Sales solubles totales (máx.)	MTC E 219	(0.5%)	0.12%
Absorción (máx.)	MTC E 205	(1.5%)	1.40

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: se muestra el resultado de equivalencia de arena, el cual tiene como resultado porcentual el valor de 80, que según los requerimientos normativos permisibles MTC E 114 indica que el valor mínimo de este debe ser 70%, cumpliéndose con lo estipulado en la norma, así como el resto de resultados descritos en la presente tabla, lo cual nos da la conclusión que el material pétreo es apto para su utilización en el diseño de la mezcla asfáltica.

#### 4.2. Objetivo 02: Caracterización de la fibra de vidrio para su incorporación en el diseño de una mezcla asfáltica, Trujillo.

##### Datos técnicos:

- Ligante: Emulsión
- Peso: 450 gr/m<sup>2</sup> +10% conforme a la norma ISO 3374
- Longitud de fibra: 5cm
- Contenido de humedad: <= 0.20% a la norma ISO 334

Se muestra la caracterización de la fibra de vidrio, bajo los parámetros normativos de la Organización Mundial de Estandarización (ISO).

**Tabla 12. Caracterización de la fibra de vidrio**

Propiedades	Peso del Área %	Contenido de Humedad %	Contenido de Aglutinante %	Resistencia de la Tracción	Ancho
MÉTODO DE PRUEBA	ISO 3374	ISO 3344	ISO 1887	ISO 3342	ISO 5025
225	-5+-10	≤ 0.20	4.7-+0.9	≥30	+ -5
300	-5+-10	≤ 0.20	4.0+-0.9	≥50	+ -6
450	-5+-10	≤ 0.20	3.7+-0.8	≥70	+ -7
600	-5+-10	≤ 0.20	3.7+-0.8	≥80	+ -8
900	-5+-10	≤ 0.20	3.5+-0.8	≥90	+ -9

Fuente: elaboración propia.

**4.3. Objetivo 03:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas con el método Marshall de un diseño de una mezcla asfáltica en caliente convencional, Trujillo.

**4.3.1. Diseño de mezcla convencional (MC)**

Respecto a el diseño de la mezcla convencional con el método Marshall, se trabajó con 12 briquetas, con diversas proporciones de cemento asfáltico (CA), desde el 4.5% al 6%, de esta manera poder determinar el óptimo contenido del CA. Para mayor confiabilidad se elaboraron 3 briquetas por cada uno de los 4 porcentajes escogidos de CA, y así, dar cumplimiento a la normativa del MTC E 504, el cual señala que debe elaborar como mínimo 3 muestras por cada % de CA a estudiar.

**Tabla 13. Resumen de resultados del diseño de mezcla convencional**

DESCRIPCIÓN	UND	PORCENTAJE DE C-A			
Cemento Asfáltico	%	4.5	5.0	5.5	6.0
Vacíos	%	5.2	3.8	2.7	1.9
Flujo	mm	1.14	1.15	1.85	2.42
Densidad	g/cm3	2.281	2.327	2.338	2.318
Estabilidad	Kg	1095	1554	1608	1248

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: de acuerdo a la tabla 13, se detalla los resultados de las pruebas con sus respectivos porcentajes de CA. El porcentaje de vacío tiene un índice mayor de 5.2% y un menor de 1.9%, siguiendo con el flujo

con un mayor de 2.42 mm y un menor de 1.14 mm, la densidad con un mayor de 2.338 g/cm<sup>3</sup> y un menor de 2.281 g/cm<sup>3</sup> y por último, la prueba de Estabilidad con un mayor de 1608 kg y un menor de 1095 kg.

#### 4.3.2. Ensayo de porcentaje de vacíos - MC

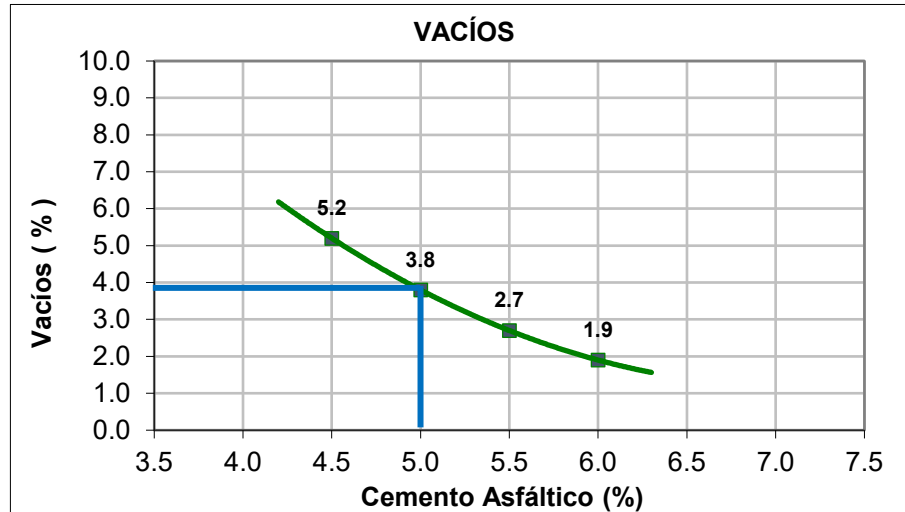


Figura 2. Gráfico de curva de vacíos – diseño convencional

Interpretación: en la presente figura se relaciona el % de vacíos con el cemento asfáltico, indicando que el porcentaje óptimo de CA es de 5, ya que presenta un porcentaje de vacío de 3.8%, el cual según la normativa Marshall E 504 (tabla N°03) se encuentra dentro de los parámetros mínimos establecidos (3 - 5). También se evidencia que el % de vacíos presenta un aumento de manera proporcional al % de asfalto.

#### 4.3.3. Ensayo de flujo - MC

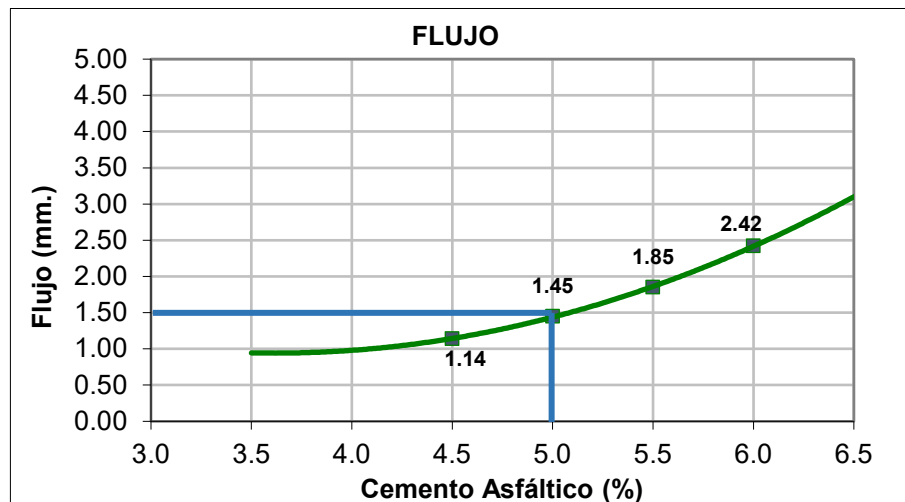


Figura 3. Gráfico de curva de flujo – diseño convencional

Interpretación: en la presente figura se relaciona el flujo con el cemento asfáltico, este indica que el porcentaje óptimo de CA es de 5% ya que este tiene un flujo controlado de 1.45 mm (7), el cual según la normativa para el diseño Marshall E 504 (tabla N°03) se encuentra ligeramente por debajo de los rangos establecidos (8 - 16). También se evidencia que el flujo aumenta de manera acelerada después de sobrepasar el porcentaje óptimo el cual está relacionado de manera directa con él % de asfalto.

#### 4.3.4. Ensayo de densidad - MC

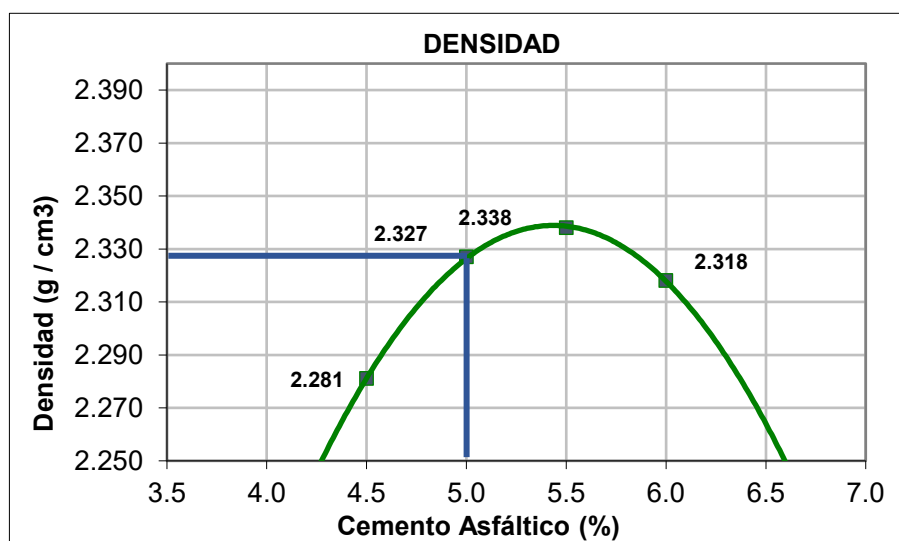


Figura 4. Gráfico de curva de densidad – diseño convencional

Interpretación: en la presente figura se relaciona la de densidad con el cemento asfáltico, esta indica que el porcentaje óptimo de CA es de 5% ya que este tiene una densidad controlada de 2.327 gr/cm<sup>3</sup>, el cual según la normativa para el diseño ASTM D-2041 se encuentra dentro de los rangos establecidos 2.41 (g/cm<sup>3</sup>). También se evidencia que la densidad aumenta ligeramente para luego descender todo esto después de sobrepasar el porcentaje óptimo el cual está relacionado de manera directa con él % de asfalto.

#### 4.3.5. Ensayo de estabilidad - MC

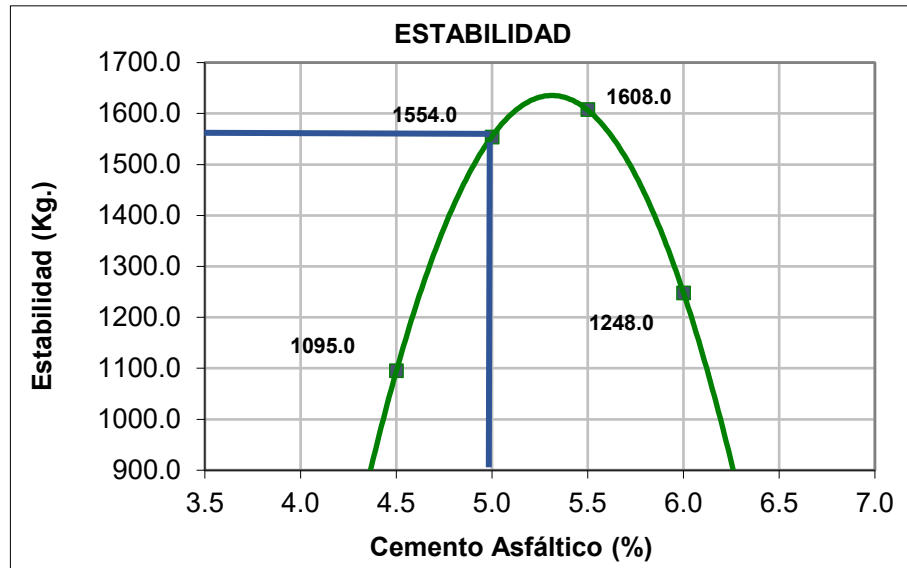


Figura 5. Gráfico de curva de estabilidad – diseño Convencional

Interpretación: en la presente figura se relaciona la estabilidad con el cemento asfáltico, esta indica que el porcentaje óptimo de CA es de 5% ya que este tiene un alto índice de estabilidad 1554 kg, el cual según la normativa para el diseño Marshall E 504 (tabla N°03) se encuentra dentro de los parámetros mínimos establecidos (554.73 kg). También se aprecia que la estabilidad se reduce de manera constante con una relación directamente con el % de asfalto.

#### 4.3.6. Ensayo de viscosidad - MC

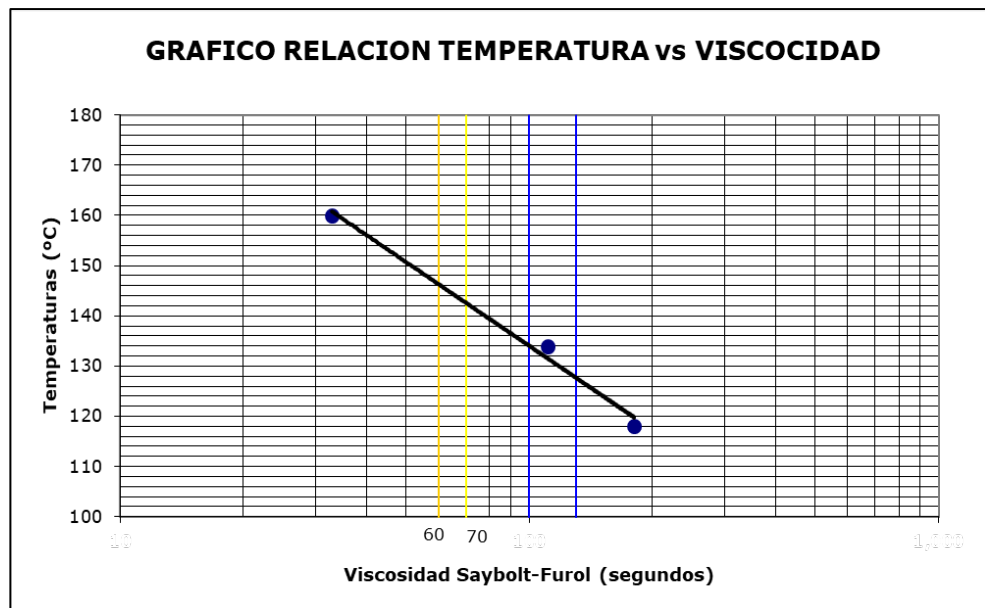


Figura 6. Gráfico de viscosidad – diseño convencional

Interpretación: en la presente figura se relaciona la temperatura con la viscosidad Saybolt-Furol para la mezcla asfáltica convencional, esta indica que se trabajaron con 3 tipos de temperatura en los especímenes, siendo la primera 118 °C, 134 °C y 160 °C los cuales al finalizar en el ensayo arrojaron una viscosidad de 170s para la temperatura de 118 °C, 110 para la temperatura de 134s °C y por último 34s para la temperatura de 160 °C, el cual según la normativa para el diseño del pavimento flexible (tabla N°03) se encuentra dentro de los rangos establecidos. Se infiere de la figura que las temperaturas menores reducen la viscosidad del asfalto.

**4.4. Objetivo 04:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas con el método Marshall de la incorporación de fibra de vidrio del diseño de una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo.

**4.4.1. Diseño de mezcla con adición de % fibra de vidrio (MFV)**

Respecto a el diseño de la mezcla con adición de fibra de vidrio con el método Marshall, se trabajó con 12 briquetas, las cuales contenían el porcentaje óptimo del CA del diseño convencional (5%), a este se le adicionó diversas proporciones de fibra de vidrio 3% a 6%, de esta manera poder determinar el óptimo contenido de fibra. Para mayor confiabilidad se elaboraron 3 briquetas por cada uno de los 4 porcentajes escogidos de fibra de vidrio, y así, dar cumplimiento a la normativa del MTC E 504, el cual señala que debe elaborar como mínimo 3 muestras por cada % de adición a estudiar.

**Tabla 14.** Resumen de resultados del diseño de mezcla con fibra de vidrio.

DESCRIPCIÓN	UND	ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO			
		3.0%	4.0%	5.0%	6.0%
Porcentaje de fibra de vidrio	%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%
Vacíos	%	3.1	5.45	7.4	9.35
Flujo	mm	1.405	1.302	1.205	1.0
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	2.337	2.278	2.236	2.212
Estabilidad	Kg	1676.0	1735.0	1653.0	1433.0

Fuente: elaboración propia.



Interpretación: de acuerdo a la tabla 14, tenemos los resultados de los ensayos trabajados con el CA óptimo de 5% y sus respectivas adiciones de % de fibra de vidrio. El porcentaje de vacíos tiene un índice mayor de 9.35% y un menor de 3.1%, siguiendo con el flujo con un mayor de 1.405 mm y un menor de 1 mm, la densidad con un mayor de 2.337 g/cm<sup>3</sup> y un menor de 2.212 g/cm<sup>3</sup> y por último la prueba de estabilidad con un mayor de 1735.0 kg y un menor de 1433.0 kg.

#### 4.4.2. Ensayo de porcentaje de vacíos - MFV

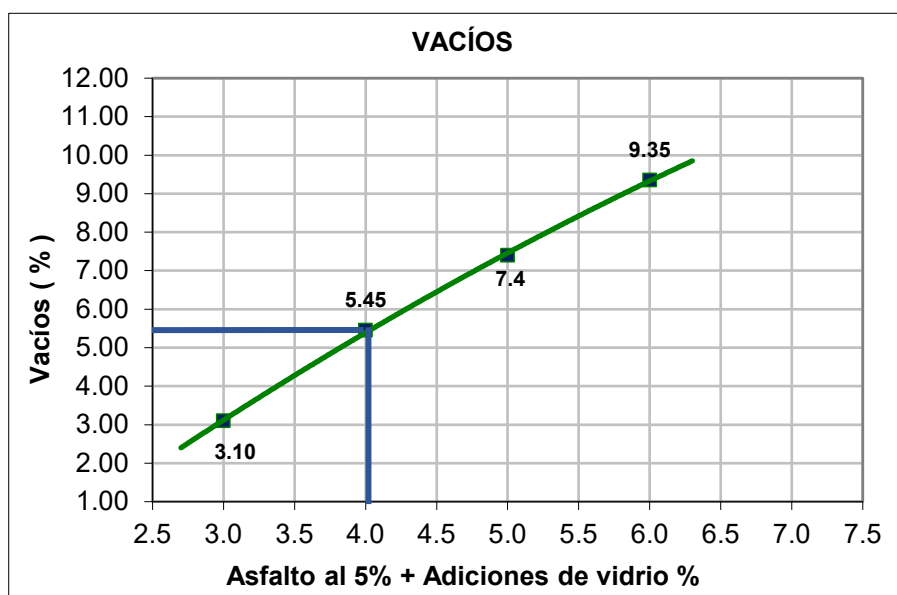


Figura 7. Gráfico de curva de vacíos – diseño con fibra de vidrio

Interpretación: en la presente figura se relaciona el % de vacíos con el % fibra de vidrio, este indica que el porcentaje óptimo de fibra es de 4% ya que este tiene un porcentaje de vacío de 5.45, el cual según la normativa Marshall E 504 (tabla N°03) se encuentra ligeramente dentro de los parámetros mínimos establecidos, por último, se aprecia que el porcentaje de vacíos aumenta de manera constante en relación directa con el % de fibra de vidrio.

#### 4.4.3. Ensayo de flujo - MFV

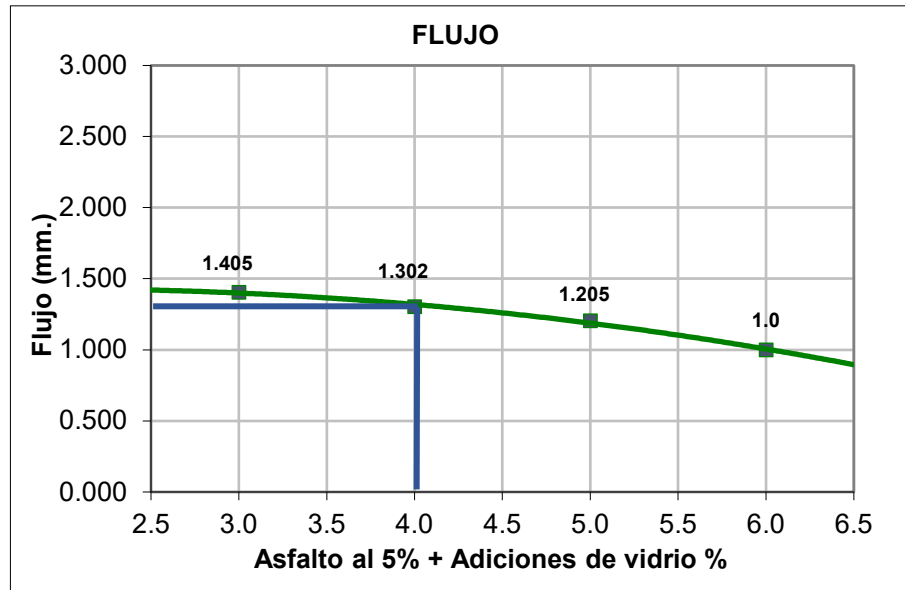


Figura 8. Gráfico de curva de flujo – diseño con fibra de vidrio

Interpretación: en la presente figura se relaciona el flujo con el % fibra de vidrio, este indica que el porcentaje óptimo de fibra es de 4% ya que este tiene un flujo controlado de 1.3% (6), el cual según la normativa Marshall E 504 (Tabla N°03) se encuentra por debajo de los rangos establecidos (8 - 16), por último, se aprecia que el flujo disminuye de manera rápida en relación directa con el % de fibra de vidrio.

#### 4.4.4. Ensayo de densidad – MFV

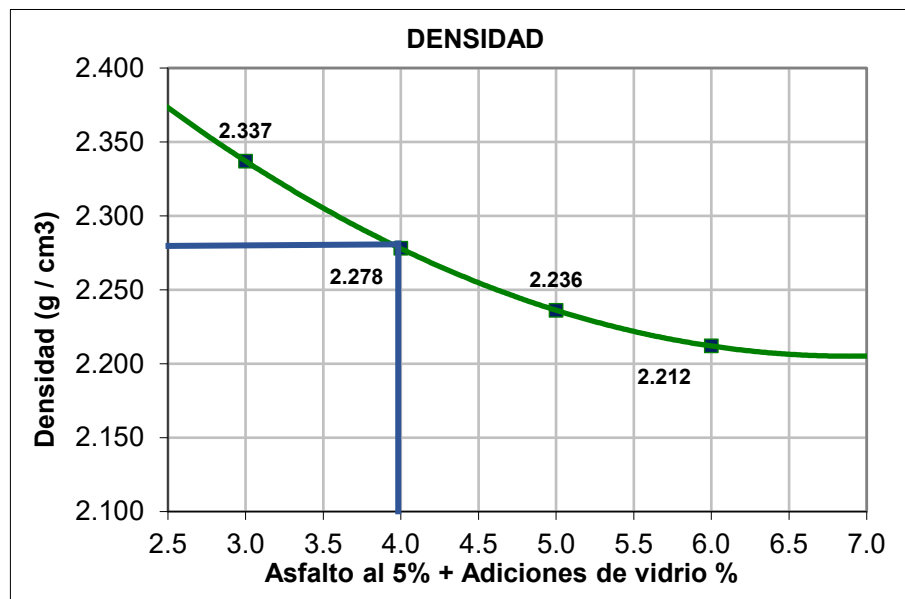


Figura 9. Gráfico de curva de densidad – diseño con fibra de vidrio

Interpretación: en la presente figura se relaciona la densidad con el % fibra de vidrio, este indica que el porcentaje óptimo de fibra es de 4% ya que este tiene una densidad controlada de 2.278 g/cm<sup>3</sup>, el cual según la normativa ASTM D-2041 se encuentra dentro de los rangos establecidos 2.41 (g/cm<sup>3</sup>). También se evidencia que la densidad tiene disminuciones muy ligeras después de pasar por el porcentaje óptimo, el cual está relacionado de manera directa con el % de asfalto.

#### 4.4.5. Ensayo de estabilidad - MFV

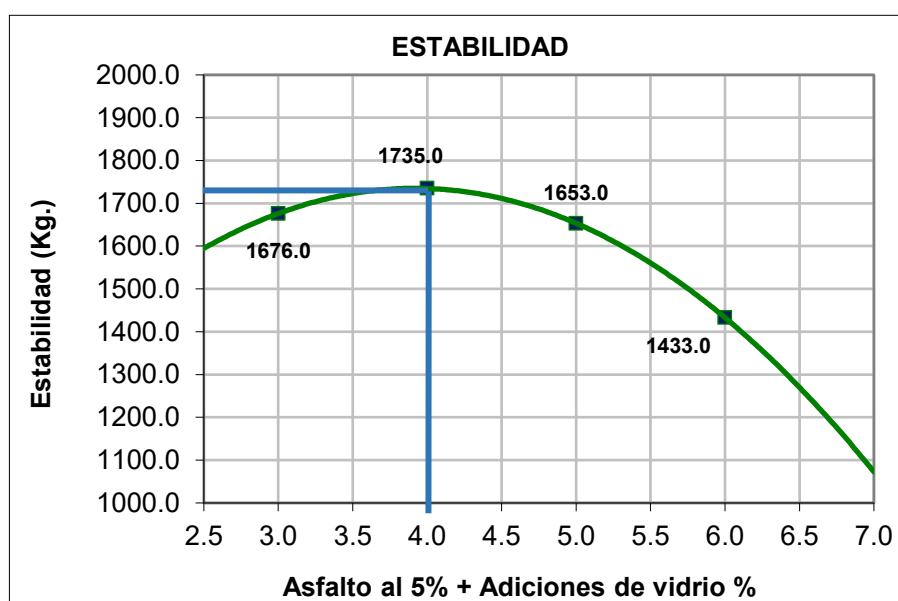


Figura 10. Gráfico de curva de estabilidad – diseño con fibra de vidrio

Interpretación: en la presente figura se relaciona la estabilidad con el % fibra de vidrio, este indica que el porcentaje óptimo de fibra es de 4% ya que este tiene la mejor estabilidad 1735.0 kg, el cual según la normativa Marshall E 504 (tabla N°03) se encuentra dentro de los parámetros mínimos establecidos (554.73 kg), por último, se aprecia que la estabilidad se reduce de manera constante con una relación directa con el % de asfalto.

#### 4.4.6. Ensayo de viscosidad - MFV

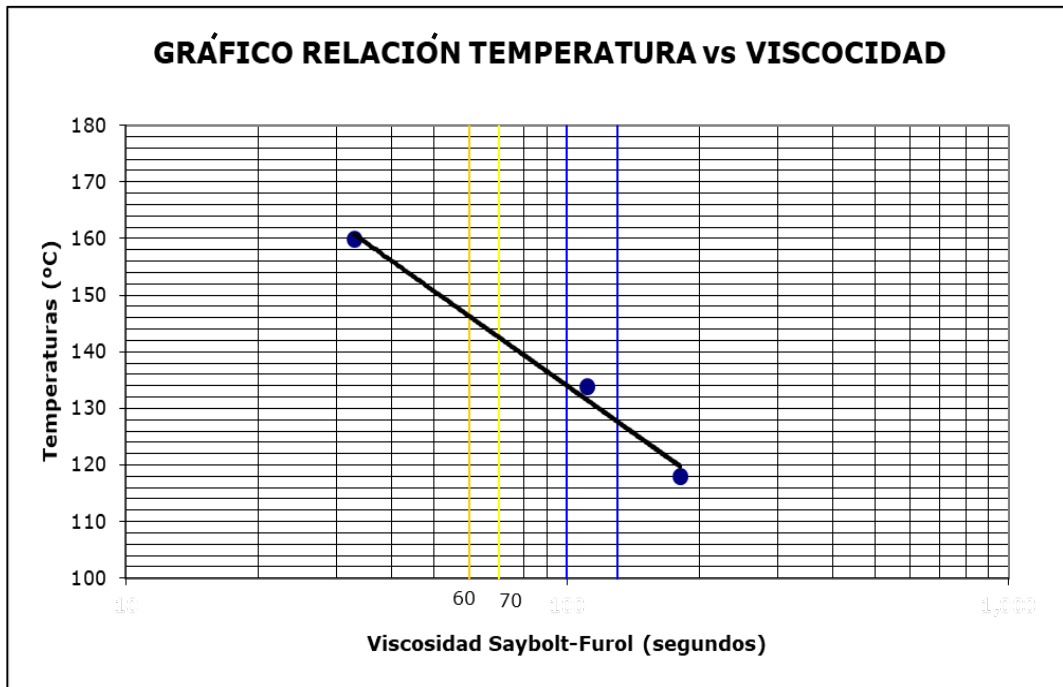


Figura 11. Gráfico de viscosidad – diseño con fibra de vidrio

Interpretación: en la presente figura se relaciona la temperatura con la viscosidad Saybolt-Furol para la mezcla asfáltica con adición de fibra de vidrio, esta indica que se trabajaron con 3 tipos de temperatura en los especímenes, siendo la primera 118 °C, 134 °C y 160 °C los cuales al finalizar en el ensayo arrojaron una viscosidad de 191 para la temperatura de 118 °C, 112 para la temperatura de 134 °C y por último 32 para la temperatura de 160 °C, el cual según la normativa para el diseño del pavimento flexible (tabla N°03) se encuentra dentro de los rangos establecidos. Se infiere de la figura que las temperaturas menores reducen la viscosidad del asfalto.

## V. DISCUSIÓN

En cuanto a la propiedad de porcentaje de vacíos según el artículo de Ortiz et. al. (2019) señala que al agregarle 3% de fibra de polímeros obtiene un % de vacíos de 3.9%, indicando que esta adición es la óptima, mejorando las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. Por otro lado, Lozano et. al. (2020) al agregarle 4.5% de fibra de caucho obtiene un porcentaje de vacíos del 3.0%. En comparación a nuestro trabajo de investigación considerando porcentajes similares de adición de fibra (3% y 4%) obtenemos un % de vacíos de 3.1% y 5.45 % el cual respecto a los resultados indicados por los autores se asemeja, para su validez se indica que se encuentran dentro de los parámetros mínimos establecidos 3 a 5, por lo tanto, la adición de fibra de polímeros, caucho o de vidrio en el diseño de una mezcla asfáltica cumple con un adecuado parámetro de porcentaje de vacíos.

En cuanto a la propiedad de flujo según el artículo de Figueroa et. al. (2021) señala que al agregarle 6% de fibra de polímeros obtiene un flujo de 3.3 mm (9), indicando que esta adición es la óptima. Por otro lado, Ortiz et. al. (2019) al agregarle el mismo contenido, pero de fibra de polímeros obtiene un flujo de 1 mm (4). En comparación a nuestro trabajo de investigación considerando el mismo porcentaje de adición de fibra (6%) obtenemos un % de flujo de 1 mm (4), respecto al resultado indicado por los autores se presenta una diferencia y una igualdad. De acuerdo a los parámetros mínimos establecidos de 8 a 16. Figueroa et. al se encontraría dentro del rango, Ortiz et. al. (2019) y nuestra investigación se encuentra por debajo, aun así, la adición de fibra de polímeros o de vidrio en el diseño de una mezcla asfáltica resulta en la mejora conjunta de las propiedades físicas y mecánicas.

En cuanto a la propiedad de densidad según el artículo de Castro et. al. (2019) señala que al agregarle 5% de fibra de caucho obtiene una densidad de 2.276 gr/cm<sup>3</sup>, indicando que esta adición es la óptima. Por otro lado, Ortiz et. al. (2019) al agregarle 6% de fibra de polímeros obtiene una densidad de 2.370 gr/cm<sup>3</sup>. En comparación a nuestro trabajo de investigación considerando el mismo porcentaje de adición de fibra (5% y 6%), obtenemos una densidad de 2.236

gr/cm<sup>3</sup> y 2.212 gr/cm<sup>3</sup>, el cual respecto a los resultados indicados por los autores se asemeja, para su validez se indica que se encuentran debajo de parámetro máximo establecido 2.41 gr/cm<sup>3</sup>, por lo tanto, la adición de fibra de caucho, polímeros o de vidrio en el diseño de una mezcla asfáltica cumple con un adecuado parámetro de densidad.

En cuanto a la propiedad de estabilidad según el artículo de Ziari & Monirib et. al (2019) señala que al agregarle 3% de fibra polipropileno obtiene una estabilidad de 1751.10 kg, logrando aumentar las propiedades físicas y mecánicas, teniendo mejoras a la susceptibilidad, humedad, sensibilidad al envejecimiento y la resistencia al agrietamiento. Por otro lado, Castro et. al. (2019) al agregarle fibra de caucho al 5% obtiene una estabilidad de 4400 kg. En comparación a nuestro trabajo de investigación considerando el mismo porcentaje de adición de fibra (3% y 5%) obtenemos una estabilidad de 1676.0 y 1433.0 el cual respecto al resultado indicado por los autores se asemeja, para su validez se indica que se encuentran por encima de parámetro mínimo establecido (554.73 kg), por lo tanto, la adición de fibras de polipropileno, caucho o de vidrio en el diseño de una mezcla asfáltica resulta en una mejora considerable en la propiedad estabilidad, llevándola muy por encima de su rango mínimo establecido.

En cuanto a la propiedad de viscosidad según el artículo de Lozano et. al. (2020) señala que en su mezcla optima adiciona con fibra de botas militares trabajada a una temperatura de 150°C obtiene una viscosidad (segundos) de 34, indicando que en esta temperatura es la óptima, mejorando las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. En comparación a nuestro trabajo de investigación considerando una temperatura de 160°C obtenemos una viscosidad (segundos) de 33, el cual respecto al resultado indicado por los autores se asemeja, lo que podría indicar una validez, se infiere que a mayor temperatura la viscosidad aumenta, por lo tanto, la adición de fibra de botas militares o de vidrio en el diseño de una mezcla asfáltica resulta en la mejora de la propiedad de la viscosidad.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó el C-A óptimo del diseño convencional, el cual fue de 5%, éste tuvo una mejora del 10% frente a los otros porcentajes de C-A estudiados, al cual se adicionó fibra de vidrio, obteniéndose un porcentaje óptimo de fibra de 4%. Según la normativa del MTC y AASHTO los ensayos de porcentaje de vacíos, flujo, densidad y estabilidad se encuentran dentro de sus rangos admisibles, este último ensayo obtiene una mejora de 3 veces más de su parámetro mínimo establecido, siendo este el que mejor se desempeña con la adición de fibra de vidrio. Los resultados cumplieron con los requerimientos normativos, lo que nos permite concluir que el diseño con adición de fibra de vidrio es apto para su utilización real.

De la caracterización de los agregados, los resultados cumplieron con los requerimientos normativos del MTC y AASHTO, lo que factible su utilización en el diseño de la mezcla convencional y modificada

Se determinó la caracterización de la fibra de vidrio, mediante su peso, longitud y contenido de humedad, estos se encuentran certificados por la Organización Mundial de Estandarización (ISO 9001), lo que nos permite concluir que la fibra de vidrio es apta para su utilización en el diseño de la mezcla asfáltica.

De las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla convencional; se determinó los parámetros de porcentaje de vacíos, flujo, densidad, estabilidad y viscosidad, obteniéndose un cemento asfáltico óptimo del 5%. Según la normativa del MTC y AASHTO se puede indicar, la mayoría de los valores de los parámetros estudiados se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos establecidos, lo que resulta en su validez y/o verificación, por lo cual el CA óptimo es apto para su posterior adición con la fibra de vidrio en un nuevo diseño de mezcla asfáltica.

De las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla con adición de fibra de vidrio, se determinó los mismos parámetros del diseño convencional, obteniéndose un porcentaje óptimo de fibra de vidrio de 4%; respecto a los valores del parámetro porcentaje de vacíos (5.45%), este se encuentra ligeramente por encima de los rangos admisibles (3–5); por lo contrario el parámetro flujo (6), ligeramente por debajo (8-16); la densidad, en un nivel óptimo; la estabilidad, por encima del mínimo establecido; por último, la viscosidad, obtuvo un mejor desempeño en la temperatura de 160°C, pudiéndose observar que a mayores temperaturas la viscosidad aumenta.

Como conclusión final indicamos que nuestra investigación está contribuyendo con el objetivo de desarrollo sostenible “Ciudades y comunicaciones sostenibles” (ODS 11), mediante el diseño de carreteras eficientes, lo que mejoraría el sistema de transporte público, al utilizar tecnologías avanzadas de ingeniería, modelado de Información y análisis de datos.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización del 4% de fibra de vidrio en las mezclas asfálticas modificadas, ya que este valor mejora en su mayoría todas las propiedades físicas y mecánicas del nuevo asfalto, este % cumple con los parámetros mínimos de diseño del MTC, dándole la posibilidad a la mezcla modificada con fibra de vidrio ser apto para su utilización real.
- Se debe extraer el material pétreo de la misma cantera, para trabajar los ensayos establecidos en las normativas correspondientes, por ende, en el diseño de la mezcla asfáltica convencional y modificada también se debe trabajar con el mismo material que fue caracterizado, esto ayudará a obtener un diseño de mezcla asfáltica con valores reales.
- Se recomienda al Estado Peruano, incentivar y/o apoyar este tipo de investigaciones que buscan encontrar mejoras en los asfaltos convencionales, con el objetivo que sean más durables y económicos.
- Como recomendación para la parte de ingeniería, se recomienda que para la realización de nuevos diseños de pavimentos asfálticos modificados se debe considerar 3 muestras por cada porcentaje de adición, de esta manera se logra resultados representativos y se cumple con la norma del MTC E 504, en la cual especifica que se tiene que realizar 3 muestras por ensayo como mínimo.
- Se recomienda a los futuros tesisistas hacer una investigación de impacto ambiental, investigar sobre el presupuesto del proyecto y profundizar respecto a la reducción de costos de elaboración, para poder verificar si el empleo de la mezcla modificada es la mejor opción para reducir los gastos de producción.

## REFERENCIAS

- American Society for Testing and Materials. Método de prueba estándar para partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso. ASTM D4791, Estados Unidos, 10pp.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Ensayo Azul de Metileno. AASHTO TP 57, Estados Unidos, 2006. 01 pp.
- Alfalah Ahmad, Daniel Offenbacher, Ayman Ali, Yusuf Mehta, Mohamed Elshaer, Christopher Decarlo, Evaluating the impact of fiber type and dosage rate on laboratory performance of Fiber-Reinforced asphalt mixtures, Construction and Building Materials, Volume 310, 2021, 125217, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125217>.
- Borja, M. Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil. Chiclayo, 2016. Disponible: [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
- Castro Yáñez Gustavo; Patricio Constante, Slendi M., Fernández, Lenys, Cando, Wilson, Espinoza Montero, Patricio Modificación de una mezcla asfáltica en caliente mediante procedimiento en seco utilizando desechos especiales (Escoria) provenientes de baterías de automóviles. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia [en línea]. 2020, 43(1), 12-18. ISSN: 0254-0770. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=605764200004>
- Colombia tiene un promedio de 94% de todas sus vías terciarias en mal estado [en línea]. La República. 01 de diciembre del 2019. [Fecha de consulta: 07 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/economia/colombia-tiene-un-promedio-de-94-de-todas-sus-vias-terciarias-en-mal-estado-2939581>
- De La Cruz Alarcon, J. C. (2019). Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando Betutec IC más aditivo Warmix, Lima - 2019. (Tesis de Grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48626>

ESCOM (2016). Fibra de Vidrio. Disponible en: <https://coggle.it/diagram/XGiolgYkijrO0SNW/t/la-fibra-de-vidrio-como-material-electrot%C3%A9cnico>

Figueroa Infante, Ana Sofía et al. Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente. Ing. Investig. [online]. 2007, vol.27, n.3, pp.5-15. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012056092007000300001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012056092007000300001&lng=en&nrm=iso).

García Chambilla, B. F. (2017). Efecto de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas del Concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la Ciudad de Puno. (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Peru. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5431->

Hernández Hernández, C. A., & Rodriguez Ayala, L. F. (2018). Modificación de Mezclas Asfálticas Listas Para Instalar en Caliente Mediante Fibras de Vidrio y Fibras SikaFiber® AD. (Tesis de Grado). Universidad Piloto de Colombia., Magdalena. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5611>.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación, 6a. Edición. México: Editorial Mc Grawhill. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Huamán Cabrera, E. B. (2020). Evaluación de la carpeta de rodadura asfáltica aplicando las metodologías Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo (VIZIR). (Tesis de Grado). Universidad Peruana Union, Lima - Peru. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/3428>

Humpiri, Pineda Katia (2015). Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno. (Tesis De Grado). Universidad Andina. Disponible en: <https://docplayer.es/50144516-Tesis-analisis-superficial-de-pavimentos-flexibles-para-el-mantenimiento-de-vias-en-la->

Lozano Ruge, Juan Carlos, Diego Andrés, Molina-Gómez, Fausto, Moreno-Anselmi, Luis Ángel, Bastidas-Martínez, Juan Gabriel. Asphalts and modified dense asphalt mixtures with rubber of military boots. Dyna rev.fac.nac.minas

- [online]. 2020, vol.87, n.212, pp.120-128. ISSN 0012-7353.  
<https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.78135>.
- Malhotra, N. (2008). Investigación de Mercados. (5<sup>a</sup> Ed.). México: Pearson Educación. Disponible en:  
<http://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Mercadeo/%5BPD%5D%20Libros%20-%20Investigacion%20de%20Mercados.pdf>
- Mantilla Forero, Javier Eduardo And Castaneda Pinzon, Eduardo Alberto. Assessment of simultaneous incorporation of crumb rubber and asphaltite in asphalt binders. Dyna rev.fac.nac.minas [online]. 2019, vol.86, n.208, pp.257-263. ISSN 0012-7353.  
<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.69400>.
- Mardones Parra, Luis; Calabi Floody, Alejandra; Sanchez Alonso, Elsa And Valdes Vidal, Gonzalo. Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con la incorporación de fibras sintéticas de aramida y polipropileno. Infraestructura Vial [en línea]. 2018, vol.20, n.36, pp.15-24. ISSN 2215-3705.  
<http://dx.doi.org/10.15517/iv.v20i36.37729>.
- Marin Garcia, Bryan Felmawer; Jimenez-Jimenez, Omar Javier And Rondon-Quintana, Hugo Alexander. Behavior of thermally treated kaolin filler in an asphalt concrete mixture. LogosCyT [online]. 2019, vol.11, n.3, pp.10-17. Epub Dec 28, 2019. ISSN 2145-594X.  
<https://doi.org/10.22335/rict.v11i3.861>.
- Marioleide de Farias Xavier; Wellington Lorrán Gaia Ferreira; Verônica Teixeira Franco Castelo Branco. Evaluation of coal ash use as an adhesion improver in asphalt mixtures. Matéria (Rio de Janeiro) [online]. 2020, v. 25, n. 1, e-12566. Epub 06 Abr 2020. ISSN 1517-7076. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200001.0891>.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Ensayo de Materiales. MC-06-16, Perú, 2016. 291 pp.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. MC-05-14, Perú, 2014. 119 pp.
- Mohammad Naser, Mu tasim Abdel-Jaber, Rawan Al-shamayleh, Nawal Louzi, Reem Ibrahim, Evaluating the effects of using reclaimed asphalt pavement and recycled concrete aggregate on the behavior of hot mix asphalts,

- Transportation Engineering, Volume 10, 2022, 100140, ISSN 2666-691X, <https://doi.org/10.1016/j.treng.2022.100140>.
- Nazer, Amin et al. Uso de escoria de cobre de un vertedero abandonado en mezclas asfálticas. Obras y Proyectos [online]. 2021, n.30, pp.91-98. ISSN 0718-2813. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132021000200091>.
- Ñaupás, H. (2018). Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. (5<sup>a</sup> Ed.). Colombia: Editorial Adriana Gutiérrez M. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_d\\_e\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_d_e_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Ingeniería para el desarrollo sostenible: resumen, 2021. 07pp.
- Organización Mundial de Estandarización. Determinación del azufre total: método de Eschka . ISO 334, Estados Unidos, 2000. 01 pp.
- Organización Mundial de Estandarización. Productos de refuerzo - Esteras y tejidos - Determinación de la masa por unidad de superficie. ISO 3374, Estados Unidos, 2000. 01 pp.
- Ortiz Hernández, E. H., Ortiz Moncayo, E. H., & Macías Sánchez, L. K. (2019). Comparativo de las propiedades de un diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional y el uso de polímeros en la carretera Tosagua. Universidad Ciencia Y Tecnología, (1), 8. Retrieved from <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/55>
- Ortiz Navarro, K. R. (2016). Diseño de Mezclas Asfálticas con Caucho SBR Usando Método Marshall. (Tesis de grado). Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón. Obtenido de <https://1library.co/document/y6er4k7zdiseno-mezclas-asfalticas-caucho->
- Ponce, Quispe Abelardo Jersson. 2021. Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en Lima: Universidad Cesar Vallejo. Tesis. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75823>
- Revelo, López George Alden, (2016). Estabilización De Mezclas Asfálticas Drenantes Mediante La Inclusión De Fibras De Vidrio y Metálicas. Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Civil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/14856>.

- Rodríguez, Hernández. (2018). Modificación de Mezclas Asfálticas Listas Para Instalar en Caliente Mediante Fibras de Vidrio y Fibras SikaFiber® AD. (Tesis de Grado). Universidad Piloto de Colombia., Magdalena. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5611>.
- Salas, Miguel Ángel, Pérez-Acebo, Heriberto, Calderón, Verónica, Gonzalo-Orden, Hernán Bitumen modified with recycled polyurethane foam for employment in hot mix asphalt. Ingeniería e Investigación [en línea]. 2018, 38(1), 60-66. ISSN: 0120-5609. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64358093008>
- Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall. MTC E 504, Perú, 2016. 583 pp.
- Suica Macazana, J. A. (2020). Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020. (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58060>
- Surya Narayanan Sakthivel, Ankit Kathuria, Bhupendra Singh, Utilization of inferior quality aggregates in asphalt mixes: A systematic review, Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 2022, ISSN 2095-7564, <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2022.03.001>.
- Vásquez Llamo, Reinerio Elden, Muñoz Pérez, Sócrates Pedro, Vasquez Ramírez, Wily Rogelio. Uso de aditivos adherentes en el diseño de mezclas asfálticas en caliente: una revisión. Gaceta Técnica [en línea]. 2021, 22(1), 66-78. ISSN: 1856-9560. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570365587003>
- Vila, V.; Mera, W. Y Jaramillo, J. Evaluation of a rejuvenator as an additive in asphalt. Rev. ing. constr. [online]. 2021, vol.36, n.2, pp.222-232. ISSN 0718-5073. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732021000200222>.
- Ziari Hasan, Moniri Ali, Laboratory evaluation of the effect of synthetic Polyolefin glass fibers on performance properties of hot mix asphalt, Construction and Building Materials, Volume 213, 2019, Pages 459-468, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.084>.

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Incorporación de fibra de vidrio (Independiente)</b>	La fibra de vidrio es un material hecho de filamentos de vidrio unidos con resina, que cuando se entrelazan crean una estructura fuerte y perfecta, que puede usarse como refuerzo estructural para otros materiales (Ponce, 2021).	Material que al ser caracterizado para su incorporación en una mezcla asfáltica brinda propiedades de resistencia, vacíos, flujo, densidad y de estabilidad (Ponce, 2021).	Caracterización de los agregados pétreos	Granulometría	RAZÓN
			Caracterización de la fibra de vidrio	Filamentos	
			Propiedades físicas y mecánicas	Vacíos Marshall	
				Flujo Marshall	
				Densidad Marshall	
				Estabilidad Marshall	
Viscosidad					
<b>Mezcla asfáltica en caliente (Dependiente)</b>	Compuesto por la combinación de agregados minerales que son aglomerados mediante un ligante asfáltico y entrelazados de tal manera que los agregados pétreos queden cubiertos por una película uniforme de asfalto (Ortiz, 2016).	Constituida aproximadamente por el 90% de agregados pétreos (grueso y fino), un 5% de polvo mineral (filler) y otro 5% de ligante asfáltico (De La Cruz, 2019).	Caracterización de los agregados pétreos	Granulometría	RAZÓN
			Propiedades físicas y mecánicas	Vacíos Marshall	
				Flujo Marshall	
				Densidad Marshall	
				Estabilidad Marshall	
				Viscosidad	

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo N° 02 Matriz de consistencia**

**Tabla 16. Matriz de consistencia**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental <b>MUESTRA:</b> 24 briquetas <b>INSTRUMENTOS:</b> Ficha de observación
¿Cómo influye la incorporación de fibra de vidrio en las propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo.	La incorporación de fibra de vidrio influye significativamente en mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de asfalto en caliente, Trujillo.	Incorporación de fibra de vidrio	
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		<b>DEPENDIENTE</b>	
	Caracterización de los agregados pétreos para el diseño de una mezcla asfáltica incorporando fibra de vidrio, Trujillo.		Mezcla asfáltica en caliente	
	Caracterización de la fibra de vidrio para su incorporación en el diseño de una mezcla asfáltica, Trujillo.			
	Determinar las propiedades físicas y mecánicas con el método Marshall de un diseño convencional de una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo.			
Determinar las propiedades físicas y mecánicas con el método Marshall de la incorporación de fibra de vidrio del diseño de una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo.				

Fuente: Elaboración propia



**Anexo N° 03: Instrumentos de recolección de datos**

**Anexo N° 03.01: Ensayos de caracterización de agregados pétreos**

**Anexo N° 03.01.01: Ficha 01 - Granulometría Arena**

GRANULOMETRÍA - ARENA				
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"			
UBICACIÓN :	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD			
SOLICITANTE:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA			
TIPO MATERIAL:	AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS			

Tamaño o número del tamiz	ABERTURA DE TAMICES			ARENA	
	Milímetros	Pulgadas	Pasante	Limite inferior	Limite Superior
3/8				100	100
N°4				95	100
N°8				80	100
N°16				50	85
N°30				25	60
N°50				5	30
N°100				0	10
N°200				0	5

CURVA GRANULOMÉTRICA ARENA

**Anexo N° 03.01.02: Ficha 02 - Granulometría Grava**

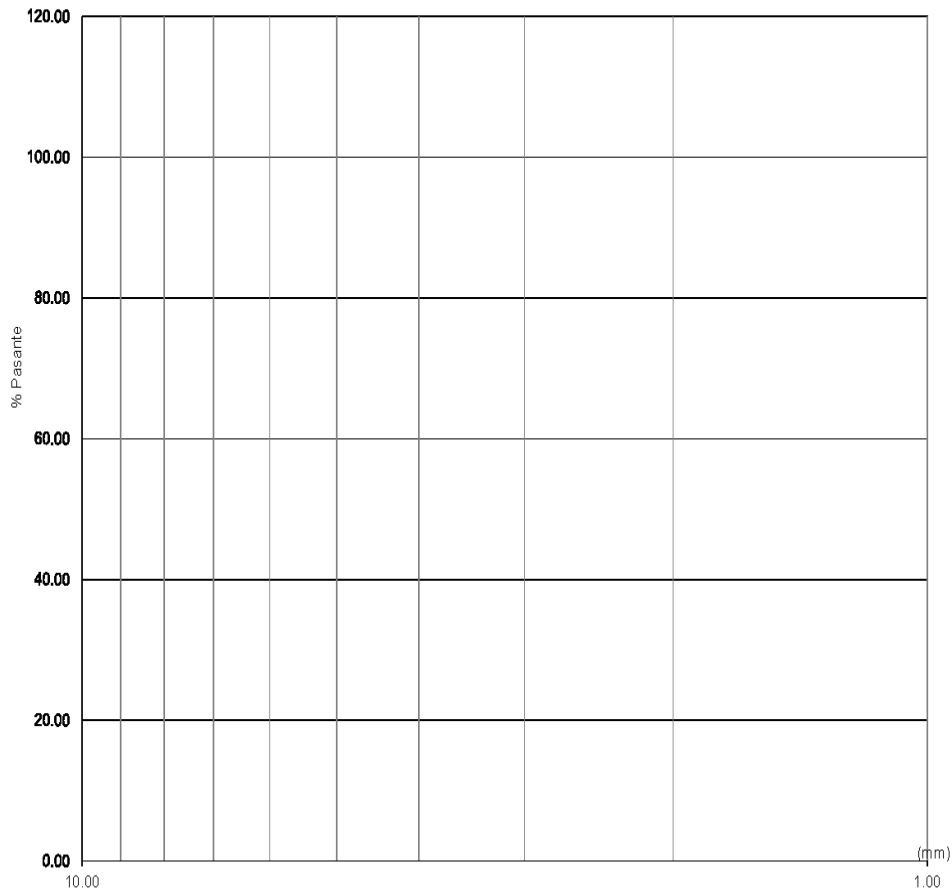
GRANULOMETRÍA - GRAVA	
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>
UBICACIÓN:	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE:	<u>DARWIN EAR GARCIA JIBAJA</u>
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>

Tamaño o número del tamiz	ABERTURA DE TAMICES		
	Milímetros	Pulgadas	Pasante
2"			
1.5			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
N°04			
N°200			

GRAVA - HUSO 56	
Limite inferior	Limite Superior

CURVA GRANULOMÉTRICA - GRAVA

- ◆ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITE INFERIOR
- ▲ LIMITE SUPERIOR



**Anexo N° 03.01.03: Ficha 03 - Ensayo de durabilidad al sulfato de S. y M.**

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209</b>																														
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>																													
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>																													
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>																													
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>																													
<b>1. Objetivo</b>																														
Describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia a la desintegración de los agregados, por la acción de soluciones saturadas de sulfato de magnesio o sodio.																														
Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en las condiciones climáticas de la obra.																														
<b>2. Preparación de las muestras en Agregados gruesos</b>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Tamices mm</th> <th style="width: 25%;">Tamices (pulg.)</th> <th style="width: 10%;">%</th> <th style="width: 40%;">Peso (g.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Compuesto de material</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Compuesto de material</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Compuesto de material</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Compuesto de material</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Tamices mayores obtenidos en</td> </tr> </tbody> </table>							Tamices mm	Tamices (pulg.)	%	Peso (g.)	Compuesto de material				Compuesto de material				Compuesto de material				Compuesto de material				Tamices mayores obtenidos en			
Tamices mm	Tamices (pulg.)	%	Peso (g.)																											
Compuesto de material																														
Compuesto de material																														
Compuesto de material																														
Compuesto de material																														
Tamices mayores obtenidos en																														
<b>3. Resultados de los ensayos</b>																														
Tamices	Gradación original de muestra %	Peso de la fracción ensayada (g.)	Peso retenido despues del ensayo (g.)	Pérdida total (%)	Pérdida Corregida (%)	N° de Partículas																								
(Para gradaciones con material menor a 3/4", no se debe contar le numero de partículas)																														
<b>4. Observaciones</b>																														

## Anexo N° 03.01.04: Ficha 04 - Ensayo de CBR

ENSAYO DE AGRASIÓN, MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C 131							
TESIS:		<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>					
UBICACIÓN :		<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>					
SOLICITANTE:		<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>					
TIPO MATERIAL:		<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>					
<b>1. Objetivo</b>							
Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5mm. (1 1/2") por medio de la máquina Los Ángeles.							
El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con carga abrasiva.							
<b>2. Selección de método</b>							
Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometría de la muestra de ensayo (g.)			
mm	diam.	mm.	diam	A	B	C	D
37.50	1 1/2"						
25.00	1"						
19.00	3/4"						
12.50	1/2"						
9.50	3/8"						
6.30	1/4"						
4.75	N°04						
TOTALES							
<b>3. Datos del ensayo realizado</b>							
$\% \text{ Desgaste} = 100 (P_1 - P_2) / P_1$ <p>P1 = Peso muestra seca antes del ensayo.                      P2 = Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (No. 12).</p> <p>Peso total de la muestra (gr.)                      Peso retenido en malla 12 (gr.)                      Peso que pasa el tamiz 12 (gr.)                      Porcentaje de desgaste (%)</p>							
<b>4. Conclusiones</b>							

## Anexo N° 03.01.05: Ficha 05 - Ensayo de adherencia

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA ADHERENCIA DEL BITUMEN-AGREGADO MTC E 519</b>		
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>	
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>	
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>	
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>	
<b>1. Objetivo</b> Determinación del grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa, basándose en el porcentaje de partículas de agregado grueso que quedan completamente recubiertas por el ligamento bituminoso. La determinación de este porcentaje para varios tiempos de mezclado puede ser usado para establecer el tiempo de mezclado mínimo requerido para producir un cubrimiento satisfactorio del agregado para un conjunto de condiciones.		
<b>2. Procedimiento</b> *En caliente se debe tamizar por el tamiz N°04 muestra suficiente para que queden retenidas 200 a 500 partículas retenidas en el tamiz. * Se extiende las partículas sobre una superficie limpia y se comienza a contar. * Se examina cada partícula. Aun si se nota una pequeña area de piedra no recubierta se clasificará como parcialmente reubierta. Solo si está totalmente reubierta del ligante, se clasificara como completamente recubierta.  $\text{Adherencia o \% de partículas recubiertas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Partículas recubiertas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de partíuclas}}$ En total se evaluaron un total de: Clasificadas como completamente recubiertas se tuvieron:  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td style="text-align: center;"><b>Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</b></td></tr></table>		<b>Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</b>
<b>Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</b>		
Observaciones		

## Anexo N° 03.01.06: Ficha 06 - Ensayo de índice de durabilidad

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS MTC E 214</b>												
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>											
UBICACIÓN:	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>											
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>											
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>											
<b>1. Objetivo</b>												
Determinar la durabilidad de Agregados. El índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.												
<b>2. Resumen de método.</b>												
La muestra de agregado grueso es agitada en un vaso mecánico de lavado, por un periodo de 10 min. El agua de lavado resultante, junto con los finos que pasan el tamiz 200, son unidos y mezclados en una solución de cloruro de calcio, y depositados en un cilindro plástico. Después de un tiempo de sedimentación de 20 minutos, se lee el nivel de la columna de sedimentación. La altura del valor de sedimentación es usada entonces para calcular el índice de durabilidad del agregado grueso (Dc). (MÉTODO A)												
La muestra de agregado fino se ensaya según la norma de equivalente de arena, excepto por una modificación a la duración del tiempo de agitación. Se requiere el método de agitación mecánica y se usa un tiempo de agitación de 10min en vez de 45 segundos.												
<b>3. Procedimiento.</b>												
Para el caso de agregado grueso se obtuvieron muestras de:												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tamaño de agregado</th> <th>Peso seco al horno (g.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>De 1/2" a 3/8"</td> <td></td> </tr> <tr> <td>De 3/8" a N°40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total muestra (g.)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño de agregado	Peso seco al horno (g.)	De 1/2" a 3/8"		De 3/8" a N°40		Total muestra (g.)				
Tamaño de agregado	Peso seco al horno (g.)											
De 1/2" a 3/8"												
De 3/8" a N°40												
Total muestra (g.)												
Se calcula el Índice de durabilidad Dc												
$D_c = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.0059 H)$												
Dc= Índice de durabilidad												
H= Altura de sedimentación, en mm.												
Tabulando los valores en las tablas de la norma, se facilita el cálculo del Dc												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Dc=</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>		Dc=										
Dc=												
Para el caso del Agregado fino.												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> <th>Unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td>Lectura de arena</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lectura de arcilla</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	Descripción	Valor	Unidades	1	Lectura de arena			Lectura de arcilla		
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades									
1	Lectura de arena											
	Lectura de arcilla											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> <th>Unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Df</b></td> <td>Durabilidad de la arena</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	Descripción	Valor	Unidades	<b>Df</b>	Durabilidad de la arena					
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades									
<b>Df</b>	Durabilidad de la arena											
<b>4. Conclusiones</b>												

**Anexo N° 03.01.07: Ficha 07 - Ensayo de índice de partículas chatas y alargadas**

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS</b>					
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>				
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>				
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>				
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>				
<b>1. Objetivo</b>					
Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los índices de aplanamiento y de alargamiento, de los agregados que se van a emplear en la construcción de carreteras.					
De acuerdo a este método, se define como [índice de aplanamiento de una fracción de agregado, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.					
Se define como índice de alargamiento de una fracción de agregado, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.					
<b>Dimensiones de los calibradores para espesor y longitud</b>					
Tamices				Dimensiones del calibrador (mm)	
Pasa		Retiene		Aplanamiento	Alargamiento (Separación de las barras)(2)
mm	(pulg)	mm	(pulg)	Abertura de la ranura)(1)	
63	(2 1/2")	50	(2 ")	33,9	-----
50	(2 ")	37,5	(1 1/2")	26,3	78,8
37,5	(1 1/2")	25	(1 ")	18,8	56,3
25	(1 ")	19	(3/4")	13,2	39,6
19	(3/4")	12,5	(1/2")	9,5	28,4
12,5	(1/2")	9,5	(3/8")	6,6	19,8
9,5	(3/8")	6,3	(1/4")	4,7	14,2
<b>2. Índice de Aplanamiento</b>					
TAMIZ	Muestra (g.)	Pasante de calibrador (g.)	Índice de Aplanamiento		
<b>3. Índice de Alargamiento</b>					
TAMIZ	Muestra (g.)	Retenido en barras(g.)	Índice de Alargamiento		
Observaciones:					

**Anexo N° 03.01.08: Ficha 08 - Ensayo porcentaje de caras fracturadas**

<b>ENSAYO DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS MTC E 210</b>						
TESIS:		<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>				
UBICACIÓN :		<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>				
SOLICITANTE:		<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>				
TIPO MATERIAL:		<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>				
<b>a. Con una cara fracturada</b>						
Tamaño del Agregado		A (g.)	B (g.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (CXD)
Peso Tamiz	Retenido tamiz					
TOTAL						
<b>Porcentaje con una cara fracturada</b>			$\frac{Total\ E}{Total\ D} = \%$			
<b>B. Con dos o más caras fracturadas</b>						
Tamaño del Agregado		A (g.)	B (g.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (CXD)
Peso Tamiz	Retenido tamiz					
TOTAL						
<b>Porcentaje con una cara fracturada</b>			$\frac{Total\ E}{Total\ D} = \%$			
<p>A=           Peso muestra, g.</p> <p>B=           Peso material con caras fract</p> <p>C=           Porcentaje de caras fracturadas</p> <p>D=           Porcentaje retenido en gradación original</p> <p>E=           Promedio de caras fracturadas</p>						
Observaciones:						



## Anexo N° 03.01.09: Ficha 09 – Ensayo de Sales solubles

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES MTC E219</b>		
TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>	
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>	
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>	
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>	
<b>1. Objetivo</b>		
<p>Establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases mezclas bituminosas. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.</p>		
<b>2. Procedimiento de desarrollo de los ensayos.</b>		
ENSAYO DE DESTILACION EN AGREGADO GRUESO		
ENSAYO N°	1	2
PIREX N°		
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION		
2.- PESO PIREX + SOLUCION		
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL		
4.- PESO PIREX		
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)		
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)		
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)		
PROMEDIO %		
ENSAYO DE DESTILACION EN AGREGADO FINO		
ENSAYO N°	1	2
PIREX N°		
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION		
2.- PESO PIREX + SOLUCION		
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL		
4.- PESO PIREX		
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)		
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)		
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)		
PROMEDIO %		
<b>3. Observaciones</b>		

**Anexo N° 03.01.10: Ficha 10 – Ensayo de absorción**

<b>ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO</b>			
TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>		
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>		
SOLICITANTE	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>		
TIPO MATERIAL	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>		
<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>Contenido de humedad</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
Peso de la tara (g.)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
Peso natural de la muestra (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
<b>Peso específico</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<b>Absorción</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
Peso de la fiola + agua (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
<b>Peso unitario suelto</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la tara (kg)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso del agregado + tara (kg)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso unitario bruto (kg/m3)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
<b>Peso unitario compactado</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la tara (kg)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso del agregado + tara (kg)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso unitario bruto (kg/m3)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
<b>Modulo de finura</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		

## ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO

TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"		
UBICACIÓN :	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD		
SOLICITANTE	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA		
TIPO MATERIAL	AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS		
<b>AGREGADO GRUESO</b>			
<b>Contenido de humedad</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Peso natural de la muestra (gr)	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
<b>Peso específico</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>Absorción</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Peso de la muestra sumergida (gr)	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
<b>Peso unitario suelto</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso de la tara (kg)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso del agregado + tara (kg)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso unitario bruto (kg/m3)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>Peso unitario compactado</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso de la tara (kg)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso del agregado + tara (kg)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Peso unitario bruto (kg/m3)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>Modulo de finura</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

## Anexo N° 03.01.11: Ficha 11 - Ensayo de equivalencia de arena

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS MTC E114</b>			
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>		
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>		
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>		
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO FINO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>		
<b>1. Objetivos.</b>			
Determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento rápido de campo o laboratorio.			
El equivalente de arena se determina de la siguiente manera:			
$\text{Equivalente de Arena} = \frac{\text{Lectura de Arena}}{\text{Lectura de Arcilla}} \times 100$			
<b>2. Cálculo de los ensayos</b>			
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
1	Lectura de arena		
	Lectura de arcilla		
2	Lectura de arena		
	Lectura de arcilla		
3	Lectura de arena		
	Lectura de arcilla		
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
<b>EA 1</b>	Equivalente de arena 01		
<b>EA 2</b>	Equivalente de arena 02		
<b>EA 3</b>	Equivalente de arena 03		
<b>Equivalente de arena promedio es de</b>			
<b>3. Conclusiones</b>			

**Anexo N° 03.01.12: Ficha 12 - Ensayo de angularidad**

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO MTC E222</b>	
TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>
<b>1. Objetivo</b>	
<p>Determinar mediante el cálculo de vacíos de aire y la angularidad de los agregados finos, la cual se correlaciona con la resistencia al ahuellamiento.</p> <p>Se define como angularidad del agregado fino el porcentaje de vacíos con aire presente en las partículas menores de 2.36mm., levemente compactados.</p>	
<b>2. Procedimiento</b>	
Se debe calcular la gravedad específica del material	
Grav. Específica	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> Gsb
	Absorción
	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la fiola + agua (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Se calcula mediante la siguiente expresión:	
Con una muestra de material pasante de malla N°08 y lo retenido en malla N°200.	
$\frac{V - \frac{W}{Gsb}}{V} \times 100 = \text{Angularidad del agregado fino}$	
W=	
Gsb=	
V=	
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">             Angularidad de Af.=           </div>	
<b>3. Conclusiones</b>	

## Anexo N° 03.01.13: Ficha 13 - Ensayo azul de metileno

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL AZUL DE METILENO</b>	
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO FINO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>
<b>1. Objetivo</b> Tiene como objetivo identificar la cantidad de arcillas y materia orgánica de una muestra que pasa tamiz N°200 a partir de su valor de azul de metileno.	
<b>2. Resumen</b> El ensayo de azul de metileno es una técnica útil que permite identificar la cantidad de material nocivo como arcilla y materia orgánica presentes en una muestra que logre pasar el tamiz N°200, esto es de vital importancia ya que el material arcilloso y orgánico presentes define de forma relevante el comportamiento mecánico del fino y por ello se hace necesario poder caracterizarla mediante este tipo de ensayos.	
<b>3. Procedimiento y cálculos</b> * Se introduce solución (5ml) y se va revolviendo por un minuto, se toma una gota de la suspensión y se coloca en papel filtro. Se repite el procedimiento para distintos periodos de tiempo.  Se determina el valor de Azul de metileno mediante la siguiente ecuación: $VA = \frac{V1}{M1} \times 10$ VA= Valor de azul de metileno V1 Volumen total de la solución añadida M1 Masa de la muestra de ensayo  VA=	
<b>4. Interpretación</b>	

### Anexo N° 03.01.14: Ficha 14 - Ensayo de índice de plasticidad (Malla N° 200)

ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG PARA PASANTE DE MALLA 200							
PROYECTO	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"						
SOLICITANTE:	DARWIN EAR GARCIA JIBAJA						
UBICACIÓN:	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO, LA LIBERTAD						
MATERIAL:	PASANTE DE MALLA 200, DEL AGREGADO FINO						
<b>1.- LIMITE LIQUIDO</b>		<b>ASTM 423-66</b>					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
LL (%)=							
<b>2.- LIMITE PLASTICO</b>		<b>ASTM D424-59</b>					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
EL MATERIAL PASANTE DE LA MALLA 200, NO PRESENTA SUFICIENTE PLASTICIDAD PARA GENERAR CONDICIONES MINIMAS PARA LIMITE PLASTICO. SE PRESUME QUE LA FRACCIÓN FINA (PASANTE DE MALLA 200) ES LIMO.							
<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>				IP= LL - LP		%	

**Anexo N° 03.02: Ficha 15,16,17,18 - Ensayos Marshall**

<p><b>PROYECTO: TESIS</b></p> <p style="text-align: center;">"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</p>	<p><b>TESISTA:</b> DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</p> <p><b>INGENIERO RESPONSABLE:</b></p> <p><b>CANTERA</b> <span style="float: right;"><b>EL MILAGRO</b></span></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559</b>		
Cantera	: Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 50 % + Cantera El Milagro (Arena gruesa) 50 % (Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70)	FECHA: Abr - 2023

N°	ESPECIMEN N°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	% de Cemento Asfáltico en peso de la mezcla												
2	% de Agregado Grueso en peso de la mezcla												
3	% de Agregado Fino 01 en peso de la mezcla												
4	% de Agregado Fino 02 en peso de la mezcla												
5	Peso Específico del Cemento Asfáltico - aparente												
6	Peso Específico Agregado Grueso - bulk												
7	Peso Específico Agregado fino - bulk												
8	Peso Específico Filler - aparente												
8a	Altura del Especimen 01	(mm)											
8b	Altura del Especimen 02	(mm)											
8c	Altura del Especimen 03	(mm)											
8d	Altura del Especimen 04	(mm)											
8 Prom	Altura promedio (MTC 507 - 2000)	(mm)											
9	Peso del Especimen en el aire (gr)												
9a	Peso del Especimen Saturado Superficialmente Seca en aire (gr)												
9b	Agua absorbida												



10	Peso de la Especimen Saturado Superficialmente Seca en agua (gr)														
11	Volumen del Especimen por desplazamiento	$(9 - 10)$													
12	Peso Especifico bulk de la Especimen (MTC E 514 - 2000)	$(9 / 11)$													
13	Peso Especifico Máximo ASTM D-2041														
14	% de Vacios	$\frac{100 * (13 - 12)}{13}$													
15	Peso Especifico Bulk del Agregado total	$\frac{(2 + 3 + 4)}{(2/6 + 3/7 + 4/8)}$													
16	VMA	$\frac{100 - (2 + 3 + 4) * 12}{15}$													
17	% de Vacios Llenados con C.A. (MTC E 505 - 2000)	$\frac{100 * (16 - 14)}{16}$													
18	Peso Especifico del Agregado total	$\frac{(2 + 3 + 4)}{(100 / 13 - 1/5)}$													
19	Asfalto Absorvido por el Agregado total (MTC E 511 - 2000)	$\frac{100 * 5 * (18 - 15)}{18 * 15}$													
20	% de Asfalto Efectivo	$\frac{1 - 19 * (2 + 3 + 4)}{100}$													
21	Flujo (mm)														
22	Lectura del Dial														
	Estabilidad sin corregir (Kg)														
23	Factor de Estabilidad														
24	Estabilidad Corregida: (22*23) (Kg)	$22 * 23$													
25	Relación Estabilidad / flujo: $10 * 24/21$ (kg/cm.)	$\frac{10 * 24}{21}$													

**Anexo N° 03.03: Ficha 19 - Viscosidad**

<b>CONTROL DE CEMENTOS ASFALTICOS</b>			
PROYECTO:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"		
TESISTA:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA		
LUGAR:	TRUJILLO, LA LIBERTAD		
PROCEDENCIA:	CANTERA EL MILAGRO	FECHA:	Abr-23
MUESTRA:	PEN (60/70)		
LUGAR DE EXTRACCION:	MUESTRA DE LABORATORIO		

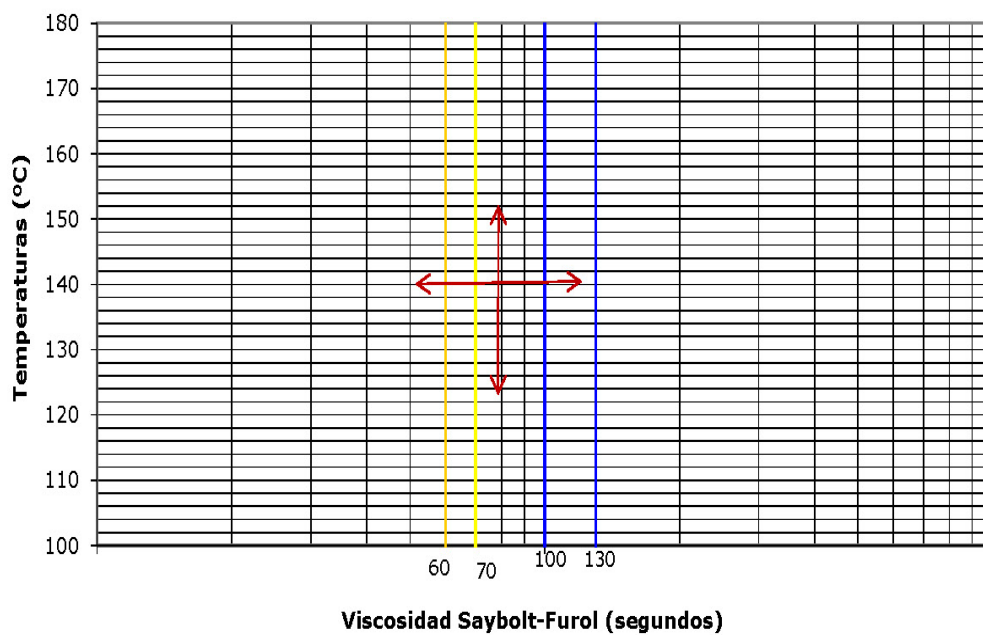
**ENSAYO DE PENETRACIÓN**

Temperatura de Ensayo			
Prueba N°			
Penetración Parcial			
<b>Penetración Promedio</b>			

**ENSAYO DE VISCOSIDAD SAYBOLT - FUROL**

Ensayo N°	1		2		3	
Prueba N°	A	B	A	B	A	B
Temperatura de Ensayo (° C)						
Viscosidad Individual(segundos)						
Viscosidad Promedio(segundos)						

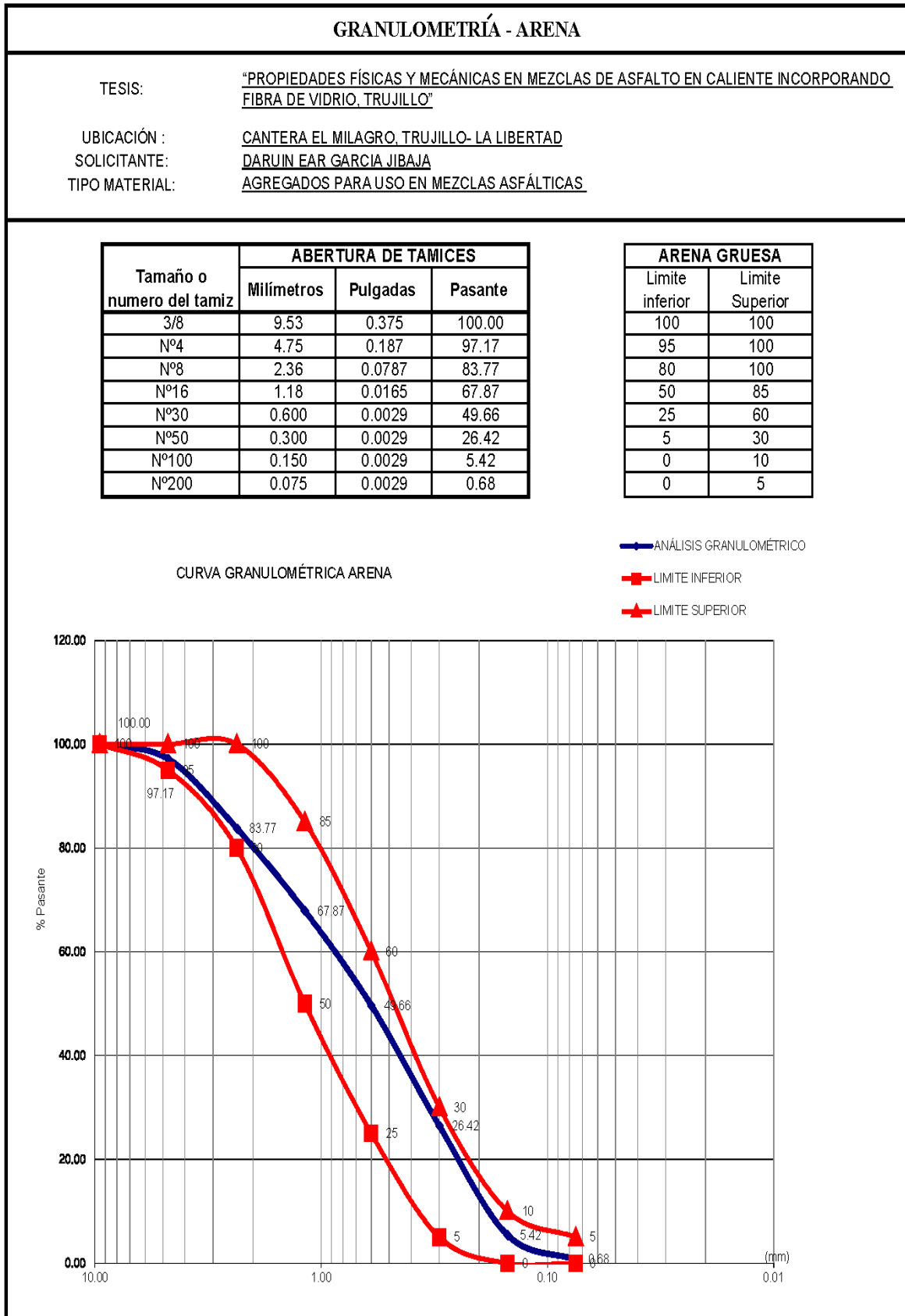
**GRÁFICO RELACIÓN TEMPERATURA vs VISCOSIDAD**



	Mínima	Máxima	Promedio	ESPECIFICACIONES
TEMPERATURA DE MEZCLA PLANTA				
TEMPERATURA DE COMPACTACION				

## Anexo N° 064: Resultados de instrumento (Fichas)

### Anexo N° 04.01: Resultados de Ficha 01 – Granulometría Arena



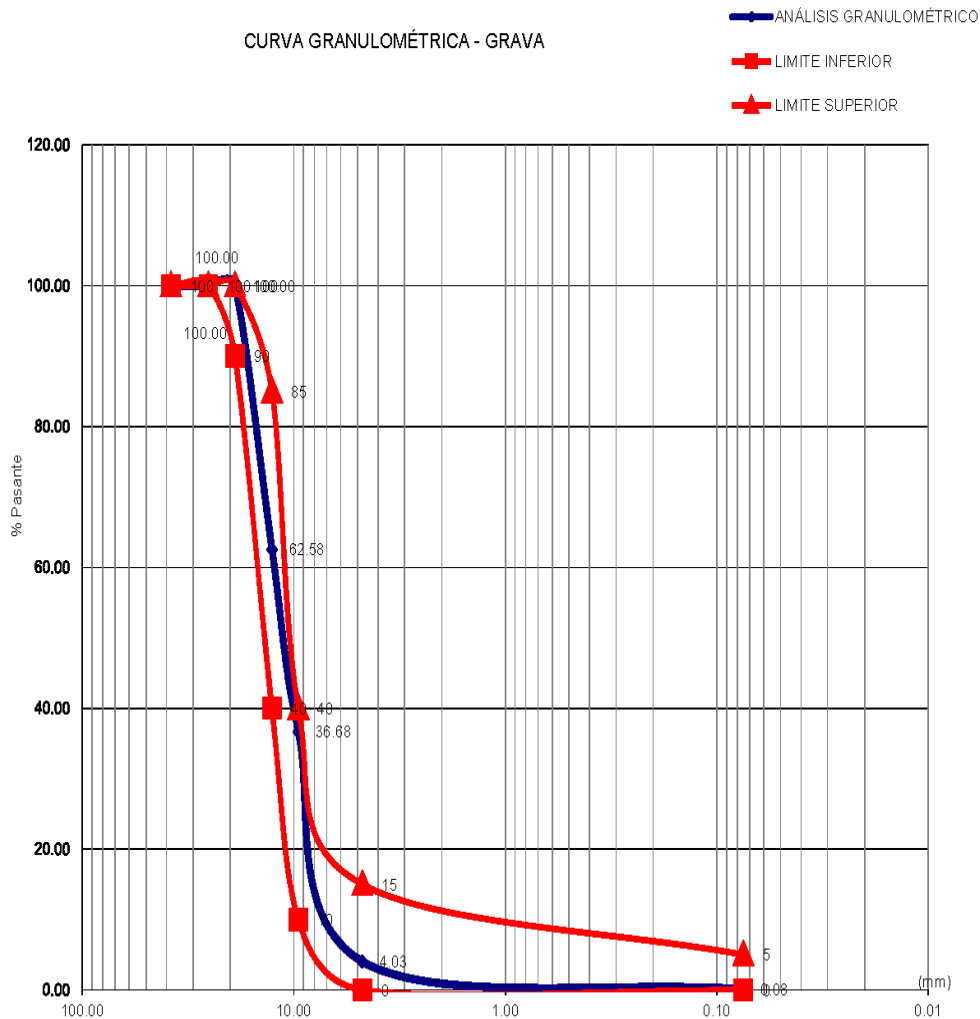
## Anexo N° 04.02: Resultados de Ficha 02 – Granulometría Grava

GRANULOMETRÍA - GRAVA	
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>
UBICACIÓN:	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCÍA JIBAJA</u>
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>

Tamaño o número del tamiz	ABERTURA DE TAMICES		
	Milímetros	Pulgadas	Pasante
2"	50.80	2.00	100.00
1.5"	38.1	1.50	100.00
1"	25.4	1.00	100.00
3/4"	19	0.75	100.00
1/2"	12.700	0.50	62.58
3/8"	9.530	0.38	36.68
N°04	4.750	0.19	4.03
N°200	0.075	0.00	0.08

GRAVA - HUSO 56	
Limite inferior	Limite Superior
100	100
100	100
90	100
40	85
10	40
0	15
0	5
0	5

CURVA GRANULOMÉTRICA - GRAVA



## Anexo N° 04.03: Resultados de Ficha 03 – Durabilidad al sulfato de Magnesio

ENSAYO PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209						
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"					
UBICACIÓN :	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD					
SOLICITANTE:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA					
TIPO MATERIAL:	AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS					
<b>1. Objetivo</b>						
Describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia a la desintegración de los agregados, por la acción de soluciones saturadas de sulfato de magnesio o sodio.						
Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en las condiciones climáticas de la obra.						
<b>2. Preparación de las muestras en Agregados gruesos</b>						
	Tamices mm	Tamices (pulg.)	%	Peso (g.)		
<b>Compuesto de material</b>						
	De 4.75 mm. a 9.5 mm.	(N° 04 a 3/8")		300 ± 5		
	De 9.5 mm. a 19.0 mm.	(3/8" a 3/4")		1000 ± 10		
<b>Compuesto de material</b>						
	De 9.5 mm a 12.5 mm.	(3/8" a 1/2")	33%	330 ± 5		
	De 12.5 mm. a 19 mm.	(1/2" a 3/4")	67%	670 ± 10		
	De 19.0 mm. a 37.5 mm.	(3/4" a 1 1/2")		5000 ± 300		
<b>Compuesto de material</b>						
	De 19.00 mm a 25.0 mm.	(3/4" a 1")	33%	500 ± 30		
	De 25.0 mm. a 37.5 mm.	(1" a 1 1/2")	67%	1000 ± 50		
	De 37.5 mm. a 63 mm.	(1 1/2" a 2 1/2")		5000 ± 300		
<b>Compuesto de material</b>						
	De 37.5 mm. a 50 mm.	(1 1/2" a 2")	40%	2000 ± 200		
	De 50 mm. a 63 mm.	(2" a 2 1/2")	60%	3000 ± 300		
Tamices mayores obtenidos en Incrementos d 25mm (1")				7000 ± 1000		
Para nuestro caso de muestreo nos encontramos en la condición del primer compuesto mineras para lo cual se usarán 1300 gramos de muestra del agregado grueso lavado y secado hasta peso constante.						
<b>3. Resultados de los ensayos</b>						
Tamices	Gradación original de muestra %	Peso de la fracción ensayada (g.)	Peso retenido despues del ensayo (g.)	Pérdida total (%)	Pérdida Corregida (%)	N° de Partículas
						-
1/2"	39.4	517	510	1.35	0.53	-
3/8"	27.5	356	349	1.97	0.54	-
N°04	33.1	432	420	2.78	0.92	-
	100	1305	1279		<b>1.99</b>	-
(Para gradaciones con material menor a 3/4", no se debe contar le numero de partículas)						
<b>4. Observaciones</b>						
Del ensayo realizado se puede indicar que ael agregado grueso presenta una pérdida de 1.99% con ello, se puede indicar que el agregado tiene resistencia a sulfatos de magnesio, por lo que se recomienda su uso en diseños de concreto o mezclas asfálticas.						

## Anexo N° 04.04: Resultados de Ficha 04 – CBR

ENSAYO DE AGRASIÓN, MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C 131							
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>						
UBICACIÓN:	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>						
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>						
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>						
<b>1. Objetivo</b>							
Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5mm. (1 1/2") por medio de la máquina Los Ángeles.							
El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con carga abrasiva.							
<b>2. Selección de método</b>							
Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometría de la muestra de ensayo (g.)			
mm	diam.	mm.	diam	A	B	C	D
37.50	1 1/2"	-25.00	1"	1250 ± 25			
25.00	1"	-19.00	3/4"	1250 ± 25			
19.00	3/4"	-12.50	1/2"	1250 ± 25	2500 ± 10		
12.50	1/2"	-9.50	3/8"	1250 ± 25	2500 ± 10		
9.50	3/8"	-6.30	1/4"			2500 ± 10	
6.30	1/4"	-4.75	N°04			2500 ± 10	
4.75	N°04	-2.36	N°08				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Metodo B, material retenido en malla 1/2", pasante de malla 3/4". Se tamizaron 5kg de material en malla 1/2" y 3/8". Con una carga abrasiva de 11 esferas.							
<b>3. Datos del ensayo realizado</b>							
$\% \text{ Desgaste} = 100 (P_1 - P_2) / P_1$							
P1 = Peso muestra seca antes del ensayo.							
P2 = Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (No. 12).							
Peso total de la muestra (gr.)				5000			
Peso retenido en malla 12 (gr.)				3586.4			
Peso que pasa el tamiz 12 (gr.)				1413.6			
<b>Porcentaje de desgaste (%)</b>				<b>28.27</b>			
<b>4. Conclusiones</b>							
El porcentaje de desgaste es equivalente al 28.27%, el cual representa un valor aceptable, el cual indica que se puede utilizar el agregado para el diseño de mezclas asfálticas.							

**Anexo N° 04.05: Resultados de Ficha 05 – Adherencia**

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA ADHERENCIA DEL BITUMEN-AGREGADO MTC E 519</b>				
TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>			
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>			
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>			
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>			
<b>1. Objetivo</b>				
<p>Determinación del grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa, basándose en el porcentaje de partículas de agregado grueso que quedan completamente recubiertas por el ligamento bituminoso. La determinación de este porcentaje para varios tiempos de mezclado puede ser usado para establecer el tiempo de mezclado mínimo requerido para producir un cubrimiento satisfactorio del agregado para un conjunto de condiciones.</p>				
<b>2. Procedimiento</b>				
<p>*En caliente se debe tamizar por el tamiz N°04 muestra suficiente para que queden retenidas 200 a 500 partículas retenidas en el tamiz.</p> <p>* Se extiende las partículas sobre una superficie limpia y se comienza a contar.</p> <p>* Se examina cada partícula. Aun si se nota una pequeña area de piedra no recubierta se clasificará como parcialmente reubierta. Solo si está totalmente reubierta del ligante, se clasificara como completamente recubierta.</p>				
$\text{Adherencia o \% de partículas recubiertas} = \frac{\text{N° de Partículas recubiertas}}{\text{N° Total de partíuclas}}$				
En total se evaluaron un total de:	293 partículas			
Clasificadas como completamente recubiertas se tuvieron:	287 partículas.			
<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</b></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>98.0</b></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>%</b></td> </tr> </table>		<b>Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</b>	<b>98.0</b>	<b>%</b>
<b>Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</b>	<b>98.0</b>	<b>%</b>		
<b>Observaciones</b>				
<p>Se obtuvo que la adherencia del agregado grueso al cemento asfaltico es buena, por lo que el agregado es adecuado para su uso en el diseño de mezclas asfálticas.</p>				

## Anexo N° 04.06: Resultados de Ficha 06 – Índice de durabilidad

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS MTC E 214</b>												
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>											
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>											
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>											
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>											
<b>1. Objetivo</b>												
Determinar la durabilidad de Agregados. El índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.												
<b>2. Resumen de método.</b>												
La muestra de agregado grueso es agitada en un vaso mecánico de lavado, por un periodo de 10 min. El agua de lavado resultado, junto con los finos que pasan el tamiz 200, son unidos y mezclados en una solución de cloruro de calcio, y depositados en un cilindro plástico. Después de un tiempo de sedimentación de 20 minutos, se lee el nivel de la columna de sedimentación. La altura del valor de sedimentación es usada entonces para calcular el índice de durabilidad del agregado grueso (Dc). (MÉTODO A)												
La muestra de agregado fino se ensaya según la norma de equivalente de arena, excepto por una modificación a la duración del tiempo de agitación. Se requiere el método de agitación mecánica y se usa un tiempo de agitación de 10min en vez de 45 segundos.												
<b>3. Procedimiento.</b>												
Para el caso de agregado grueso se obtuvieron muestras de:												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tamaño de agregado</th> <th>Peso seco al horno (g.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>De 1/2" a 3/8"</td> <td style="text-align: center;">550</td> </tr> <tr> <td>De 3/8" a N°40</td> <td style="text-align: center;">900</td> </tr> <tr> <td>Total muestra (g.)</td> <td style="text-align: center;">1450</td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño de agregado	Peso seco al horno (g.)	De 1/2" a 3/8"	550	De 3/8" a N°40	900	Total muestra (g.)	1450			
Tamaño de agregado	Peso seco al horno (g.)											
De 1/2" a 3/8"	550											
De 3/8" a N°40	900											
Total muestra (g.)	1450											
Se calcula el Índice de durabilidad Dc												
$D_c = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.0059 H)$												
Dc= Índice de durabilidad												
H= Altura de sedimentación, en mm.												
Tabulando los valores en las tablas de la norma, se facilita el cálculo del Dc												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Dc=</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">93.46</td> </tr> </table>		Dc=	93.46									
Dc=	93.46											
Para el caso del Agregado fino.												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> <th>Unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td>Lectura de arena</td> <td style="text-align: center;">91</td> <td style="text-align: center;">mm.</td> </tr> <tr> <td>Lectura de arcilla</td> <td style="text-align: center;">99</td> <td style="text-align: center;">mm.</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	Descripción	Valor	Unidades	1	Lectura de arena	91	mm.	Lectura de arcilla	99	mm.
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades									
1	Lectura de arena	91	mm.									
	Lectura de arcilla	99	mm.									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> <th>Unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Df</b></td> <td>Durabilidad de la arena</td> <td style="text-align: center;">91.92</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	Descripción	Valor	Unidades	<b>Df</b>	Durabilidad de la arena	91.92	%			
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades									
<b>Df</b>	Durabilidad de la arena	91.92	%									
<b>4. Conclusiones</b>												
Se obtuvo que los índice de durabilidad de ambos agregados superan el 90 %, lo cual significa que la durabilidad del agregado es adecuado para su uso en mezclas asfálticas para el diseño de carreteras.												



**ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS MTC E 214**

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

**Tabla 1**  
**Índice de durabilidad del agregado grueso**  
**( $D_c = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.0059 H)$ ) <sup>(A)</sup>**

Altura de sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de sedimento		D <sub>c</sub>
Pulg.	Mm		Pulg.	Mm		Pulg.	Mm		Pulg.	Mm		Pulg.	Mm	
0,0	0,0	100	3,0	76,2	53	6,0	152,4	39	9,0	228,6	29	12,0	304,8	18
0,1	2,5	96	3,1	78,7	52	6,1	154,9	38	9,1	231,1	29	12,1	307,0	18
0,2	5,1	93	3,2	81,3	52	6,2	157,5	38	9,2	233,7	28	12,2	309,9	18
0,3	7,6	90	3,3	83,8	51	6,3	160,0	38	9,3	236,2	28	12,3	312,4	17
0,4	10,2	87	3,4	86,4	51	6,4	162,6	37	9,4	238,8	28	12,4	315,0	17
0,5	12,7	85	3,5	88,4	50	6,5	165,1	37	9,5	241,3	27	12,5	317,5	16
0,6	15,2	82	3,6	91,4	49	6,6	167,6	37	9,6	243,8	27	12,6	320,0	16
0,7	17,8	80	3,7	94,0	49	6,7	170,2	36	9,7	246,4	27	12,7	322,6	15
0,8	20,3	78	3,8	96,5	48	6,8	172,7	36	9,8	248,9	26	12,8	325,1	15
0,9	22,9	76	3,9	99,1	48	6,9	175,3	36	9,9	251,5	26	12,9	327,7	14
1,0	25,4	74	4,0	101,6	47	7,0	177,8	35	10,0	254,0	26	13,0	330,2	14
1,1	27,9	73	4,1	104,1	47	7,1	180,3	35	10,1	256,5	25	13,1	332,7	13
1,2	30,5	71	4,2	106,7	46	7,2	182,9	35	10,2	259,1	25	13,2	335,3	13
1,3	33,0	70	4,3	109,2	46	7,3	185,4	34	10,3	261,6	25	13,3	337,8	12
1,4	35,6	68	4,4	111,8	45	7,4	188,0	34	10,4	264,2	24	13,4	340,4	12
1,5	38,1	67	4,5	114,3	45	7,5	190,5	34	10,5	266,7	24	13,5	342,9	11
1,6	40,6	66	4,6	116,8	44	7,6	193,0	33	10,6	269,2	24	13,6	345,4	11
1,7	43,2	65	4,7	119,4	44	7,7	195,6	33	10,7	271,8	23	13,7	348,0	10
1,8	45,7	63	4,8	121,9	43	7,8	198,1	33	10,8	274,3	23	13,8	350,5	9
1,9	48,3	62	4,9	124,5	43	7,9	200,7	32	10,9	276,9	23	13,9	353,1	9
2,0	50,8	61	5,0	127,0	43	8,0	203,2	32	11,0	279,4	22	14,0	355,6	8
2,1	55,4	60	5,1	129,5	42	8,1	205,7	32	11,1	281,9	22	14,1	358,1	7
2,2	55,9	59	5,2	132,1	42	8,2	208,3	31	11,2	284,5	22	14,2	360,7	7
2,3	58,9	59	5,3	134,6	41	8,3	210,8	31	11,3	287,0	21	14,3	363,2	6
2,4	61,0	58	5,4	137,2	41	8,4	213,4	31	11,4	289,6	21	14,4	365,8	5
2,5	63,5	57	5,5	139,7	40	8,5	215,9	30	11,5	292,1	20	14,5	368,3	4
2,6	66,0	56	5,6	142,2	40	8,6	218,4	30	11,6	294,6	20	14,6	370,8	4
2,7	68,0	55	5,7	144,8	40	8,7	221,0	30	11,7	297,2	20	14,7	373,4	3
2,8	71,1	54	5,8	147,3	39	8,8	223,5	29	11,8	299,7	19	14,8	375,9	2
2,9	73,7	54	5,9	149,9	39	8,9	226,1	29	11,9	302,3	19	14,9	378,5	1
												<b>15,0</b>	<b>381,0</b>	<b>0</b>

Realizaremos la interpolación del D<sub>c</sub>:

H	D <sub>c</sub>
2.5	96
4.7	D <sub>c</sub> x
5.1	93

**D<sub>c</sub>= 93.46**

## Anexo N° 04.07: Resultados de Ficha 07 – Partículas chatas y alargadas

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS</b>					
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>				
UBICACIÓN:	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>				
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>				
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>				
<b>1. Objetivo</b>					
Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los índices de aplanamiento y de alargamiento, de los agregados que se van a emplear en la construcción de carreteras.					
De acuerdo a este método, se define como índice de aplanamiento de una fracción de agregado, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.					
Se define como índice de alargamiento de una fracción de agregado, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.					
<b>Dimensiones de los calibradores para espesor y longitud</b>					
<b>Tamices</b>				<b>Dimensiones del Calibrador (mm)</b>	
<b>Pasa</b>		<b>Retenido</b>		<b>Aplanamiento</b>	<b>Alargamiento (Separación</b>
<b>mm</b>	<b>(Inch)</b>	<b>mm</b>	<b>(Inch)</b>	<b>Almendra de la ranura(%)</b>	<b>de las barras)(%)</b>
63	(2 1/2")	50	(2")	33,9	-----
50	(2")	37,5	(1 1/2")	26,3	78,8
37,5	(1 1/2")	25	(1")	18,8	56,3
25	(1")	19	(3/4")	13,2	39,6
19	(3/4")	12,5	(1/2")	9,5	28,4
12,5	(1/2")	9,5	(3/8")	6,6	19,8
9,5	(3/8")	6,3	(1/4")	4,7	14,2
<b>2. Índice de Aplanamiento</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>Muestra (g.)</b>	<b>Pasante de calibrador (g.)</b>		<b>Índice de Aplanamiento</b>	
1/2"	600	36		6.00	
3/8"	400	47.4		11.85	
	1000	83.4		<b>8.34</b>	
<b>3. Índice de Alargamiento</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>Muestra (g.)</b>	<b>Retenido en barras(g.)</b>		<b>Índice de Alargamiento</b>	
1/2"	600	68.4		11.40	
3/8"	400	30.1		7.53	
	1000	98.5		<b>9.85</b>	
<b>Observaciones:</b>					
Los valores se encuentra dentro de condiciones aceptables, se puede utilizar en el diseño de mezclas asfálticas.					

**Anexo N° 04.08: Resultados de Ficha 08 – Caras fracturadas**

<b>ENSAYO DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS MTC E 210</b>						
TESIS:		<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>				
UBICACIÓN:		<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>				
SOLICITANTE:		<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>				
TIPO MATERIAL:		<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>				
<b>a. Con una cara fracturada</b>						
Tamaño del Agregado		A (g.)	B (g.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (CXD)
Peso Tamiz	Retenido tamiz					
517.3	1460.6	1200	1122.9	93.58	37.42	3501.58
520.6	1173.3	300	188.9	62.97	25.89	1630.21
TOTAL		1500	1311.8	156.54	63.31	5131.78
<b>Porcentaje con una cara fracturada</b>			$\frac{Total\ E}{Total\ D} = \%$			<b>81.06</b>
<b>B. Con dos o más caras fracturadas</b>						
Tamaño del Agregado		A (g.)	B (g.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (CXD)
Peso Tamiz	Retenido tamiz					
517.3	1460.6	1200	1037.8	86.48	37.42	3236.21
520.6	1173.3	300	175.6	58.53	25.89	1515.43
TOTAL			1213.4	145.02	63.31	4751.63
<b>Porcentaje con una cara fracturada</b>			$\frac{Total\ E}{Total\ D} = \%$			<b>75.05</b>
<p>A=           Peso muestra, g.                      B=       Peso material con caras fracturadas                      C=       Porcentaje de caras fracturadas                      D=       Porcentaje retenido en gradación original                      E=       Promedio de caras fracturadas</p>						
<p>Observaciones:                      Se puede apreciar que el material supera el 50% de caras fracturadas, con ello podemos indicar que el material pétreo es una piedra triturada, que puede ser utilizada en la consolidación de mezclas asfálticas.</p>						

## Anexo N° 04.09: Resultados de Ficha 09 – Sales solubles totales

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES MTC E219</b>		
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>	
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>	
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>	
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>	
<b>1. Objetivo</b>		
Establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases mezclas bituminosas. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.		
<b>2. Procedimiento de desarrollo de los ensayos.</b>		
ENSAYO DE DESTILACION EN AGREGADO GRUESO		
ENSAYO N°	1	2
PIREX N°	A-2 (Sulfatos)	A - 3 (Cloruros)
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	50mL	50mL
2.- PESO PIREX + SOLUCION	57.58	67.24
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	29.63	30.44
4.- PESO PIREX	29.62	30.43
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	0.01	0.01
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	27.95	36.8
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.036	0.027
PROMEDIO %	0.063	
ENSAYO DE DESTILACION EN AGREGADO FINO		
ENSAYO N°	1	2
PIREX N°	A-4	A-1
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	50mL	50mL
2.- PESO PIREX + SOLUCION	62.14	69.2
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	30.04	30.39
4.- PESO PIREX	30.00	30.35
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	0.043	0.04
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	32.097	38.81
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.134	0.103
PROMEDIO %	0.119	
<b>3. Observaciones</b>		
Se determinaron porcentajes bajos de sales solubles en los agregados pétreos, de tal manera no existirían influencia o reacción negativa por sales solubles.		

## Anexo N° 04.10: Resultados de Ficha 10 – Absorción

<b>ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO</b>			
TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>		
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>		
SOLICITANTE	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>		
TIPO MATERIAL	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>		
<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>Contenido de humedad</b>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1.64"/>		
Peso de la tara (g.)	<input style="width: 100px;" type="text" value="84.7"/>		
Peso natural de la muestra (gr)	<input style="width: 100px;" type="text" value="872"/>		
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100px;" type="text" value="859.40"/>		
<b>Peso específico</b>	<input style="width: 100px;" type="text" value="2.664"/>	<b>Absorción</b>	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.99"/>
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,013.5"/>		
Peso de la fiola + agua (gr)	<input style="width: 100px;" type="text" value="706.1"/>		
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	<input style="width: 100px;" type="text" value="500.0"/>		
Peso de la muestra seca (gr)	<input style="width: 100px;" type="text" value="495.1"/>		
<b>Peso unitario suelto</b>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,566"/>		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.0070"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.0070"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.0070"/>
Peso de la tara (kg)	<input style="width: 100px;" type="text" value="12.091"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="12.091"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="12.091"/>
Peso del agregado + tara (kg)	<input style="width: 100px;" type="text" value="23.02"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="23.02"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="23.05"/>
Peso unitario bruto (kg/m3)	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,565"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,565"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,570"/>
<b>Peso unitario compactado</b>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,772"/>		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.0070"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.0070"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.0070"/>
Peso de la tara (kg)	<input style="width: 100px;" type="text" value="12.091"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="12.091"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="12.091"/>
Peso del agregado + tara (kg)	<input style="width: 100px;" type="text" value="24.32"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="24.41"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="24.66"/>
Peso unitario bruto (kg/m3)	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,752"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,764"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="1,800"/>
<b>Modulo de finura</b>	<input style="width: 100px;" type="text" value="2.70"/>		

## ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO

TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>
TIPO MATERIAL	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>

### AGREGADO GRUESO

<b>Contenido de humedad</b>	0.86		
Peso natural de la muestra (gr)	1,160.0		
Peso de la muestra seca (gr)	1,150.1		
<b>Peso específico</b>	2.657	<b>Absorción</b>	0.87
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	1,517.0		
Peso de la muestra seca (gr)	1,503.9		
Peso de la muestra sumergida (gr)	951.0		
<b>Peso unitario suelto</b>	1,477		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	22.48	22.33	22.41
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,487	1,467	1,478
<b>Peso unitario compactado</b>	1,615		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	23.36	23.35	23.41
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,614	1,612	1,620
<b>Modulo de finura</b>	5.96		

## Anexo N° 04.11: Resultados de Ficha 11 – Equivalente de arena

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS MTC E114</b>			
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>		
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>		
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>		
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO FINO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>		
<b>1. Objetivos.</b>			
Determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento rápido de campo o laboratorio.			
El equivalente de arena se determina de la siguiente manera:			
$\text{Equivalente de Arena} = \frac{\text{Lectura de Arena}}{\text{Lectura de Arcilla}} \times 100$			
<b>2. Cálculo de los ensayos</b>			
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
1	Lectura de arena	83	mm.
	Lectura de arcilla	105	mm.
2	Lectura de arena	81	mm.
	Lectura de arcilla	102	mm.
3	Lectura de arena	82	mm.
	Lectura de arcilla	104	mm.
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
<b>EA 1</b>	Equivalente de arena 01	80	%
<b>EA 2</b>	Equivalente de arena 02	80	%
<b>EA 3</b>	Equivalente de arena 03	79	%
<b>Equivalente de arena promedio es de</b>		<b>80</b>	<b>%</b>
<b>3. Conclusiones</b>			
El ensayo de equivalente de arena sirve para evaluar la limpieza de los áridos finos o suelos poco plásticos, a través de un índice relativo a la proporción de material. El ensayo sirve para caracterizar los áridos que se utilizan para la construcción de carreteras. Cuanto mayor es el equivalente de arena, mejor la calidad del material. En el caso de los agregados para mezclas asfálticas el equivalente de arena debiera ser minimamente 50%, y de los ensayos realizados se obtuvo que el equivalente de arena es de 80%, aceptable.			

## Anexo N° 04.12: Resultados de Ficha 12 – Angularidad del agregado fino

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>MTC E222</b>			
TESIS:	<u>“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO”</u>		
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>		
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>		
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>		
<b>1. Objetivo</b>			
<p>Determinar mediante el cálculo de vacíos de aire y la angularidad de los agregados finos, la cual se correlaciona con la resistencia al ahuellamiento.</p> <p>Se define como angularidad del agregado fino el porcentaje de vacíos con aire presente en las partículas menores de 2.36mm., levemente compactados.</p>			
<b>2. Procedimiento</b>			
Se debe calcular la gravedad específica del material			
Grav. Específica	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">2.67</td> <td style="width: 50px;">Gsb</td> </tr> </table>	2.67	Gsb
2.67	Gsb		
Absorción	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">1.01</td> </tr> </table>	1.01	
1.01			
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">1,013.2</td> </tr> </table>	1,013.2	
1,013.2			
Peso de la fiola + agua (gr)	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">705.8</td> </tr> </table>	705.8	
705.8			
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">500.0</td> </tr> </table>	500.0	
500.0			
Peso de la muestra seca (gr)	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">495.0</td> </tr> </table>	495.0	
495.0			
Se calcula mediante la siguiente expresión:			
Con una muestra de material pasante de malla N°08 y lo retenido en malla N°200.			
$\frac{V - \frac{W}{Gsb}}{V} \times 100 = \text{Angularidad del agregado fino}$			
W=	753.6 gr.		
Gsb=	2.67		
V=	500 cm <sup>3</sup>		
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100px;">Angularidad de Af.=</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">43.4</td> </tr> </table>		Angularidad de Af.=	43.4
Angularidad de Af.=	43.4		
<b>3. Conclusiones</b>			
Según la MTC E222, mínimamente los valores de angularidad del agregado fino debe ser de 40%, es por ello que nuestro agregado satisface las condiciones minimas indicadas por la normativa.			





## Anexo N° 04.14: Resultados de Ficha 14 – Índice de plasticidad (Malla N°200)

ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG PARA PASANTE DE MALLA 200							
PROYECTO	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"						
SOLICITANTE:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA						
UBICACIÓN:	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO, LA LIBERTAD						
MATERIAL:	PASANTE DE MALLA 200, DEL AGREGADO FINO						
<b>1.-LIMITE LIQUIDO</b>		<b>ASTM 423-66</b>					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	2	50.60	45.50	5.10	27.50	18.00	28.33
35	3	60.60	53.90	6.70	27.40	26.50	25.28
<p style="text-align: center;">LL (%)= 26.70</p>							
<b>2.- LIMITE PLASTICO</b>		<b>ASTM D424-59</b>					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
EL MATERIAL PASANTE DE LA MALLA 200, NO PRESENTA SUFICIENTE PLASTICIDAD PARA GENERAR CONDICIONES MINIMAS PARA LIMITE PLASTICO. SE PRESUME QUE LA FRACCIÓN FINA (PASANTE DE MALLA 200) ES LIMO.							<b>NP</b>
<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>		IP= LL - LP		<b>NP</b>		%	

### Anexo N° 04.15: Ensayos Marshall del diseño de mezcla convencional

<b>PROYECTO: TESIS</b>  "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"	<b>TESISTA:</b> DARUIN EAR GARCIA JIBAJA <b>INGENIERO RESPONSABLE:</b>  <b>CANTERA</b> <b>EL MILAGRO</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

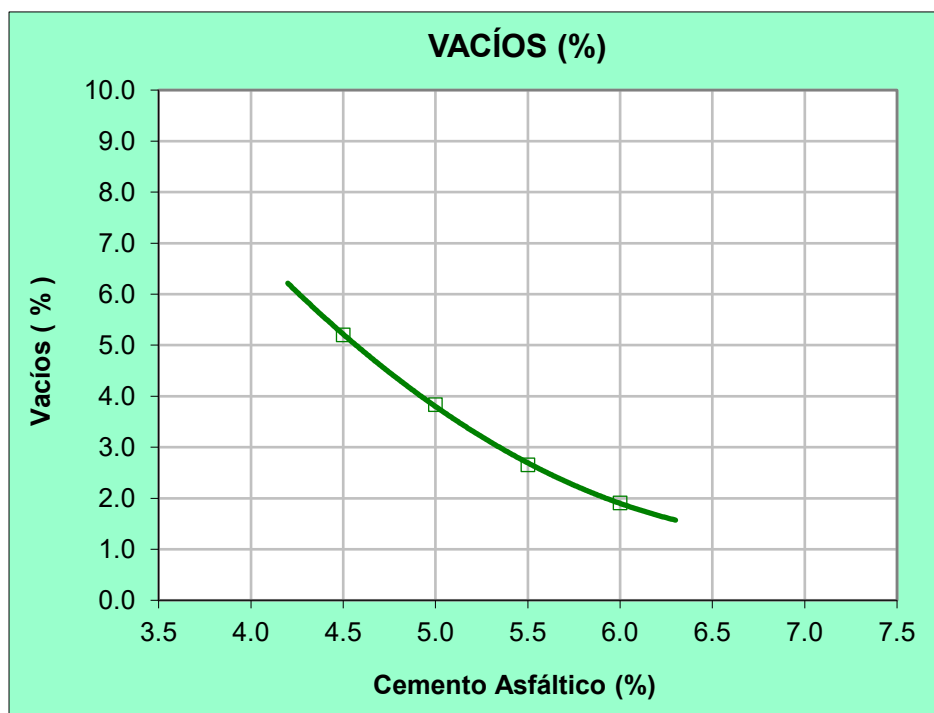
### ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

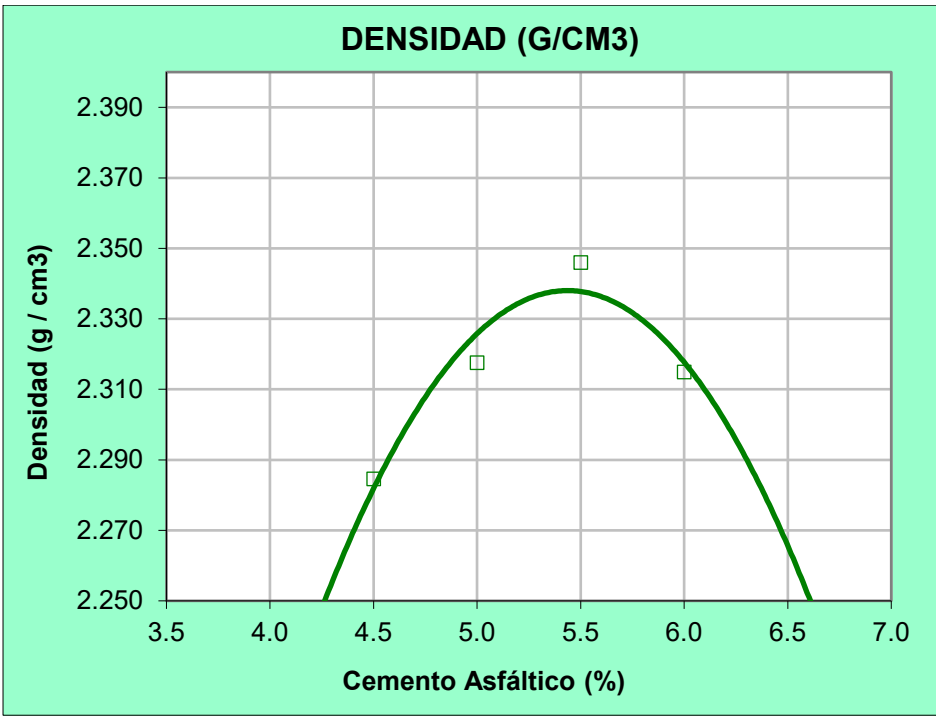
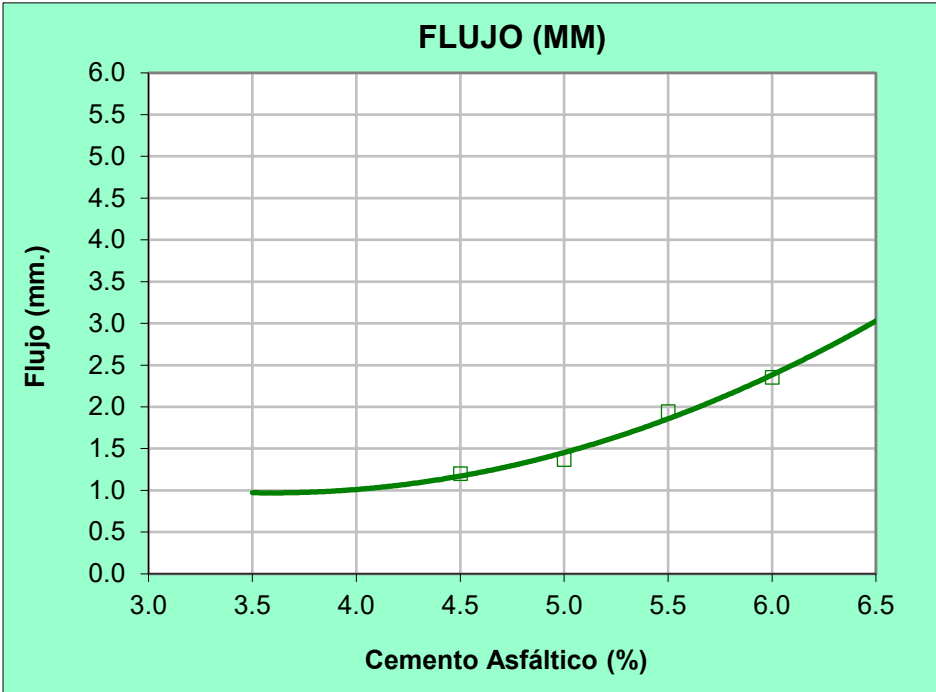
Cantera : Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 50 % + Cantera El Milagro (Arena gruesa) 50 %  
 (Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70) FECHA: Abr - 2023

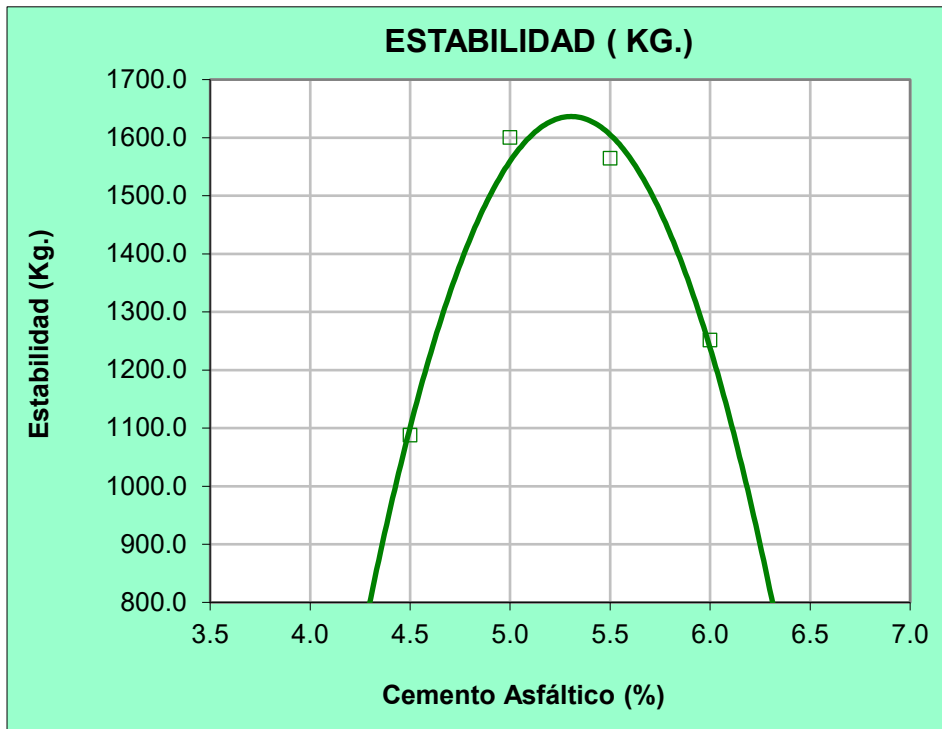
N°	ESPECIMEN N°		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	% de Cemento Asfáltico en peso de la mezcla		4.5		5.0		5.5		6.0					
2	% de Agregado Grueso en peso de la mezcla		50.000		50.000		50.000		50.000					
3	% de Agregado Fino 01 en peso de la mezcla		50.000		50.000		50.000		50.000					
4	% de Agregado Fino 02 en peso de la mezcla		-		-		-		-					
5	Peso Específico del Cemento Asfáltico - aparente		1.010		1.010		1.010		1.010					
6	Peso Específico Agregado Grueso - bulk		2.657		2.657		2.657		2.657					
7	Peso Específico Agregado fino - bulk		2.664		2.664		2.664		2.664					
8	Peso Específico Filler - aparente		-		-		-		-					
8a	Altura del Especimen 01	(mm)	66.0	64.2	66.5	63.5	64.0	64.8	62.1	62.0	62.1	64.0	63.0	63.0
8b	Altura del Especimen 02	(mm)	66.1	64.0	66.4	64.9	63.5	64.2	62.5	63.0	62.5	62.5	62.5	63.1
8c	Altura del Especimen 03	(mm)	66.0	64.2	66.3	64.4	64.0	64.6	63.0	62.5	63.5	63.0	63.5	63.5
8d	Altura del Especimen 04	(mm)	66.5	64.1	66.5	63.0	63.5	64.5	64.0	62.1	63.0	63.5	63.5	63.5
8 Prom	Altura promedio (MTC 507 - 2000)	(mm)	<b>66.2</b>	<b>64.1</b>	<b>66.4</b>	<b>64.0</b>	<b>63.8</b>	<b>64.5</b>	<b>62.9</b>	<b>62.4</b>	<b>62.8</b>	<b>63.3</b>	<b>63.1</b>	<b>63.3</b>
9	Peso del Especimen en el aire (gr)		1183	1185	1180	1192	1189	1195	1195	1199	1193	1209	1208	1202
9a	Peso del Especimen Saturado Superficialmente Seca en aire (gr)		1189	1193	1189	1203	1200	1206	1202	1208	1201	1214	1211	1217
9b	Agua absorbida		6.1	8.1	8.6	10.6	11.1	10.5	6.8	9.3	8.1	5.1	3.3	14.6
10	Peso de la Especimen Saturado Superficialmente Seca en agua (gr)		665	668	662	678	676	679	687	689	682	696	694	698

11	Volumen del Especimen por desplazamiento	( 9 - 10 )	518.0	517.0	518.0	514.0	513.0	516.0	508.0	510.0	511.0	513.0	514.0	504.0
12	Peso Específico bulk de la Especimen (MTC E 514 - 2000)	( 9 / 11 )	2.284	2.292	2.278	2.319	2.318	2.316	2.352	2.351	2.335	2.357	2.350	2.385
13	Peso Específico Máximo ASTM D-2041		2.410			2.410			2.410			2.410		
14	% de Vacios	$\frac{100 * ( 13 - 12 )}{13}$	5.24	4.89	5.48	3.77	3.83	3.90	2.39	2.45	3.13	2.21	2.48	1.04
15	Peso Especifico Bulk del Agregado total	$\frac{( 2 + 3 + 4 )}{( 2 / 6 + 3 / 7 + 4 / 8 )}$	2.660			2.660			2.660			2.660		
16	VMA	$\frac{100 - ( 2 + 3 + 4 ) * 12}{15}$	14.16	13.85	14.38	12.83	12.88	12.95	11.58	11.63	12.25	11.42	11.66	10.36
17	% de Vacios Llenados con C.A. (MTC E 505 - 2000)	$\frac{100 * ( 16 - 14 )}{16}$	63.01	64.66	61.9013	70.6	70.28	69.85	79.35	78.95	74.47	80.64	78.72	89.95
18	Peso Específico del Agregado total	$\frac{( 2 + 3 + 4 )}{( 100 / 13 - 1 / 5 )}$	2.821			2.873			2.927			2.981		
19	Asfalto Absorbido por el Agregado total (MTC E 511 - 2000)	$\frac{100 * 5 * ( 18 - 15 )}{18 * 15}$	2.17			2.81			3.45			4.09		
20	% de Asfalto Efectivo	$\frac{1 - 19 * ( 2 + 3 + 4 )}{100}$	2.33			2.19			2.05			1.91		
21	Flujo (mm)		1.25	1.20	1.15	1.32	1.50	1.28	1.88	1.90	2.05	2.45	2.32	2.29
22	Lectura del Dial		245	236	248	345	366	372	356	348	354	282	277	283
	Estabilidad sin corregir (Kg)		1097	1058	1109.79	1531	1622	1648	1579	1544	1570	1257	1236	1262
23	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	Estabilidad Corregida: (22*23) (Kg)	22 * 23	1097	1058	1109.79	1531	1622	1648	1579	1544	1570	1257	1236	1262
25	Relación Estabilidad / flujo: 10 * 24/21) (kg/cm.)	$\frac{10 * 24}{21}$	8774	8814	9650.33	11599	10815	12878	8398	8127	7659	5132	5326	5510

RESULTADOS ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla		4.5	<b>5.0</b>	5.5	6.0
2	Agregado Grueso en peso de la mezcla	%	50.00	<b>50.00</b>	50.00	50.00
3	Agregado Fino 01 en peso de la mezcla	%	50.00	<b>50.00</b>	50.00	50.00
4	Altura Promedio	(mm)	65.57	<b>64.08</b>	62.69	63.22
5	Peso específico bulk del Espécimen	(g/cm <sup>3</sup> )	2.285	<b>2.318</b>	2.346	2.315
6	Vacíos	%	5.2	<b>3.8</b>	2.7	1.9
7	VMA	%	14.1	<b>12.9</b>	11.8	11.1
8	Vacíos Llenados con C.A.	%	63.2	<b>70.2</b>	77.6	83.1
9	Flujo	(mm)	1.2	<b>1.4</b>	1.9	2.4
10	Estabilidad Corregida	(Kg)	1088.1	<b>1600.6</b>	1564.3	1251.6







## Anexo N° 04.16: Ensayos Marshall del diseño con adición de fibra de vidrio

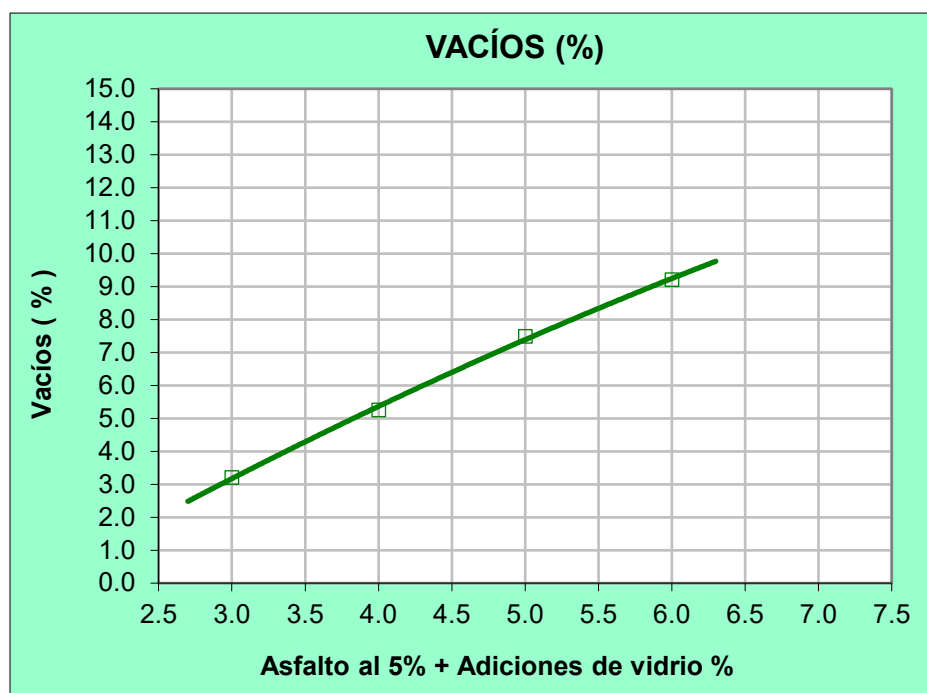
<b>PROYECTO: TESIS</b>				<b>TESISTA:</b> DARUIN EAR GARCIA JIBAJA											
"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"				<b>INGENIERO RESPONSABLE:</b>											
				<b>CANTERA</b> EL MILAGRO											
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559</b>															
: Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 50 % + Cantera El Milagro (Arena gruesa) 50 % + Asfalto al 5% y adiciones de vidrio															
(Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70)															
FECHA: Abr - 2023															
Cantera															
N°	ESPECIMEN N°			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	% de Cemento Asfáltico en peso de la mezcla			5.0		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0	
2	% de Agregado Grueso en peso de la mezcla			50.000		50.000		50.000		50.000		50.000		50.000	
3	% de Agregado Fino 01 en peso de la mezcla			50.000		50.000		50.000		50.000		50.000		50.000	
4	% de Agregado Fino 02 en peso de la mezcla			-		-		-		-		-		-	
5	Peso Específico del Cemento Asfáltico - aparente			1.010		1.010		1.010		1.010		1.010		1.010	
6	Peso Específico Agregado Grueso - bulk			2.657		2.657		2.657		2.657		2.657		2.657	
7	Peso Específico Agregado fino - bulk			2.664		2.664		2.664		2.664		2.664		2.664	
8	Peso Específico Filler - aparente			-		-		-		-		-		-	
8a	Altura del Especimen 01	(mm)	63.5	64.0	64.8	63.5	64.0	64.8	62.1	62.0	62.1	64.0	63.0	63.0	
8b	Altura del Especimen 02	(mm)	64.9	63.5	64.2	64.9	63.5	64.2	62.5	63.0	62.5	62.5	62.5	63.1	
8c	Altura del Especimen 03	(mm)	64.4	64.0	64.6	64.4	64.0	64.6	63.0	62.5	63.5	63.0	63.5	63.5	
8d	Altura del Especimen 04	(mm)	63.0	63.5	64.5	63.0	63.5	64.5	64.0	62.1	63.0	63.5	63.5	63.5	
8 Prom	Altura promedio (MTC 507 - 2000)	(mm)	64.0	63.8	64.5	64.0	63.8	64.5	62.9	62.4	62.8	63.3	63.1	63.3	
9	Peso del Especimen en el aire (gr)			1196	1191	1196	1192	1189	1190	1185	1179	1183	1178	1175	1172
9a	Peso del Especimen Saturado Superficialmente Seca en aire (gr)			1205	1200	1207	1205	1199	1202	1200	1195	1197	1195	1193	1192
9b	Agua absorbida			8.6	9.4	10.5	13.0	10.0	11.5	15.1	16.3	14.1	17.1	18.3	19.6
10	Peso de la Especimen Saturado Superficialmente Seca en agua (gr)			683	679	685	668	670	669	655	649	652	641	638	635

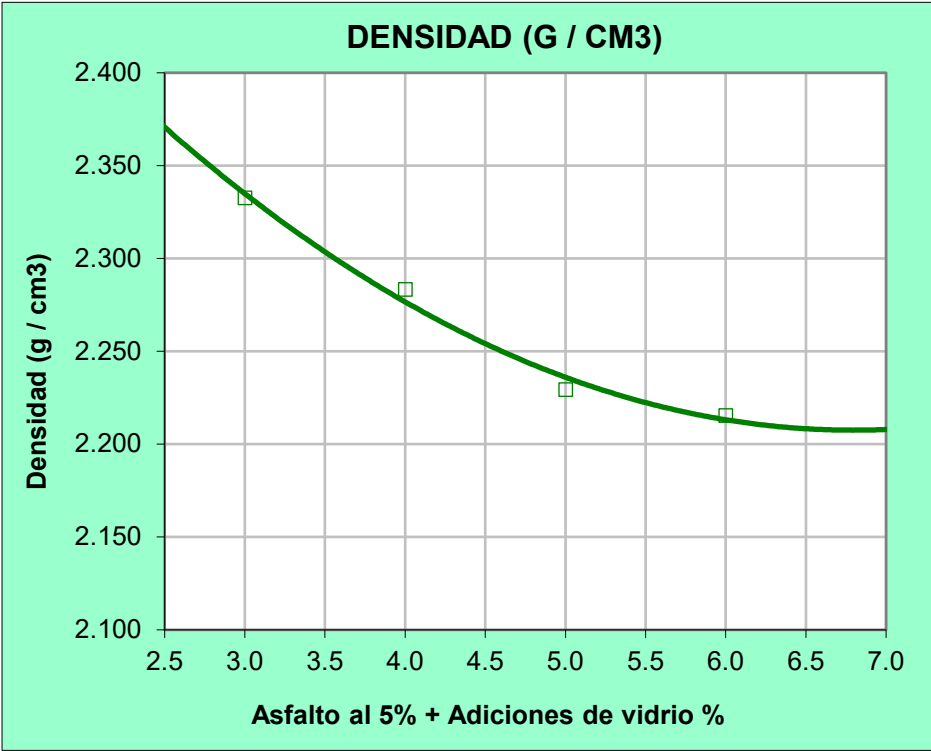
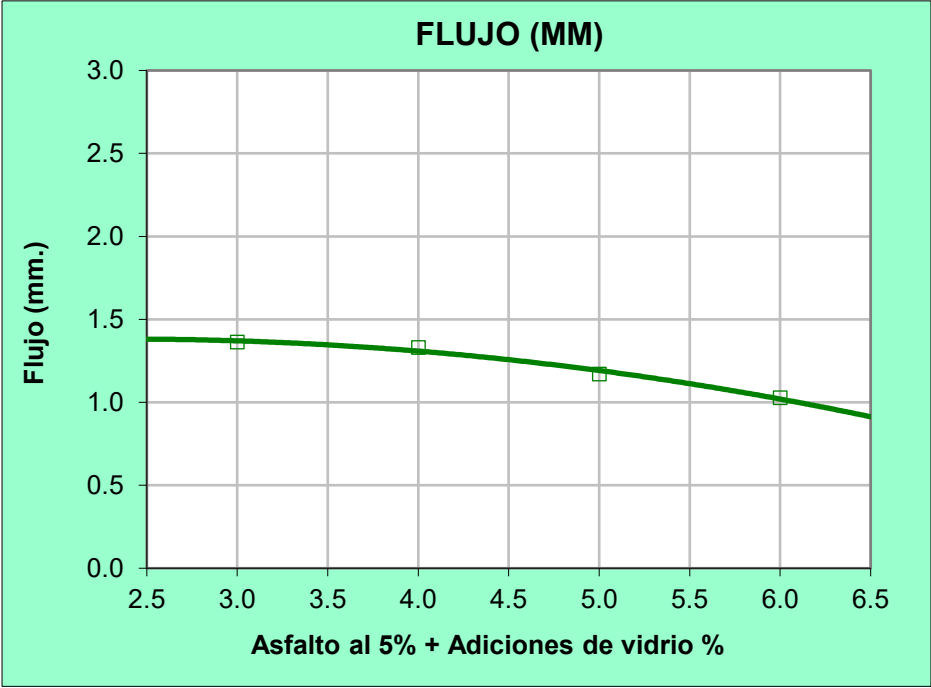


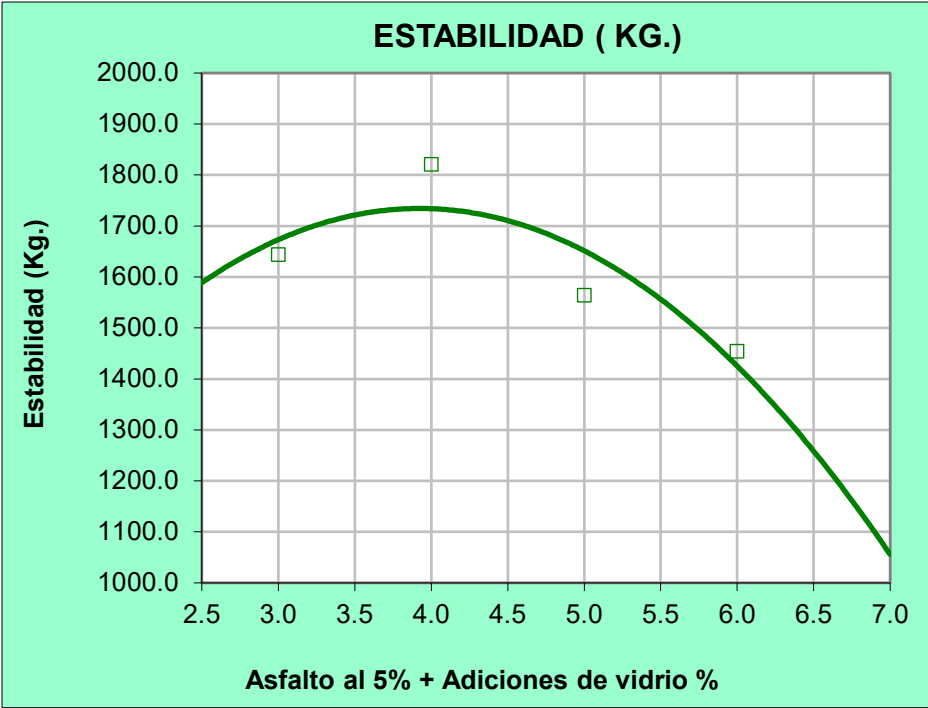
11	Volumen del Especimen por desplazamiento	( 9 - 10 )	513.0	512.0	511.0	524.0	519.0	521.0	530.0	530.0	531.0	537.0	537.0	537.0
12	Peso Específico bulk de la Especimen (MTC E 514 - 2000)	( 9 / 11 )	2.331	2.326	2.341	2.275	2.291	2.284	2.236	2.225	2.228	2.194	2.188	2.182
13	Peso Específico Máximo ASTM D-2041		2.410			2.410			2.410			2.410		
14	% de Vacios	$\frac{100 * ( 13 - 12 )}{13}$	3.26	3.48	2.88	5.61	4.94	5.23	7.23	7.70	7.56	8.98	9.21	9.44
15	Peso Específico Bulk del Agregado total	$\frac{( 2 + 3 + 4 )}{( 2 / 6 + 3 / 7 + 4 / 8 )}$	2.660			2.660			2.660			2.660		
16	VMA	$\frac{100 - ( 2 + 3 + 4 ) * 12}{15}$	12.37	12.57	12.03	14.50	13.89	14.15	15.96	16.39	16.26	17.55	17.76	17.97
17	% de Vacios Llenados con C.A. (MTC E 505 - 2000)	$\frac{100 * ( 16 - 14 )}{16}$	73.63	72.32	76.026	61.3	64.44	63.07	54.73	53.04	53.53	48.84	48.14	47.46
18	Peso Específico del Agregado total	$\frac{( 2 + 3 + 4 )}{( 100 / 13 - 1 / 5 )}$	2.873			2.873			2.873			2.873		
19	Asfalto Absorbido por el Agregado total (MTC E 511 - 2000)	$\frac{100 * 5 * ( 18 - 15 )}{18 * 15}$	2.81			2.81			2.81			2.81		
20	% de Asfalto Efectivo	$1 - \frac{19 * ( 2 + 3 + 4 )}{100}$	2.19			2.19			2.19			2.19		
21	Flujo (mm)		1.32	1.43	1.34	1.26	1.35	1.38	1.16	1.20	1.15	1.04	1.00	1.04
22	Lectura del Dial		375	366	372	405	417	413	356	348	354	322	327	333
	Estabilidad sin corregir (Kg)		1661	1622	1648.4	1792	1844	1827	1579	1544	1570	1431	1453	1479
23	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	Estabilidad Corregida: (22*23) (Kg)	22 * 23	1661	1622	1648.4	1792	1844	1827	1579	1544	1570	1431	1453	1479
25	Relación Estabilidad / flujo: 10 * 24/21) (kg/cm.)	$\frac{10 * 24}{21}$	12587	11345	12301	14221	13660	13237	13611	12867	13653	13760	14528	14220

## RESULTADOS ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

1	Cemento Asfáltico AL 5% y adiciones de asfalto de:		3.0	<b>4.0</b>	5.0	6.0
2	Agregado Grueso en peso de la mezcla	%	50.00	<b>50.00</b>	50.00	50.00
3	Agregado Fino 01 en peso de la mezcla	%	50.00	<b>50.00</b>	50.00	50.00
4	Altura Promedio	(mm)	64.08	<b>64.08</b>	62.69	63.22
5	Peso específico bulk del Espécimen	(g/cm <sup>3</sup> )	2.333	<b>2.283</b>	2.229	2.215
6	Vacíos	%	3.2	<b>5.3</b>	7.5	9.2
7	VMA	%	12.3	<b>14.2</b>	16.2	17.8
8	Vacíos Llenados con C.A.	%	74.0	<b>62.9</b>	53.8	48.1
9	Flujo	(mm)	1.4	<b>1.3</b>	1.2	1.0
10	Estabilidad Corregida	(Kg)	1644.0	<b>1820.9</b>	1564.3	1454.3

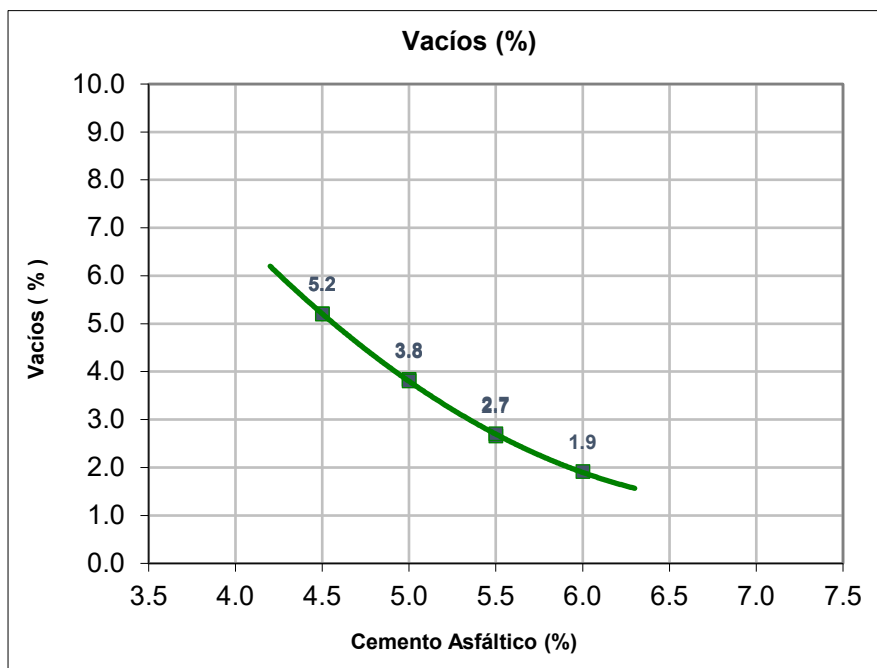
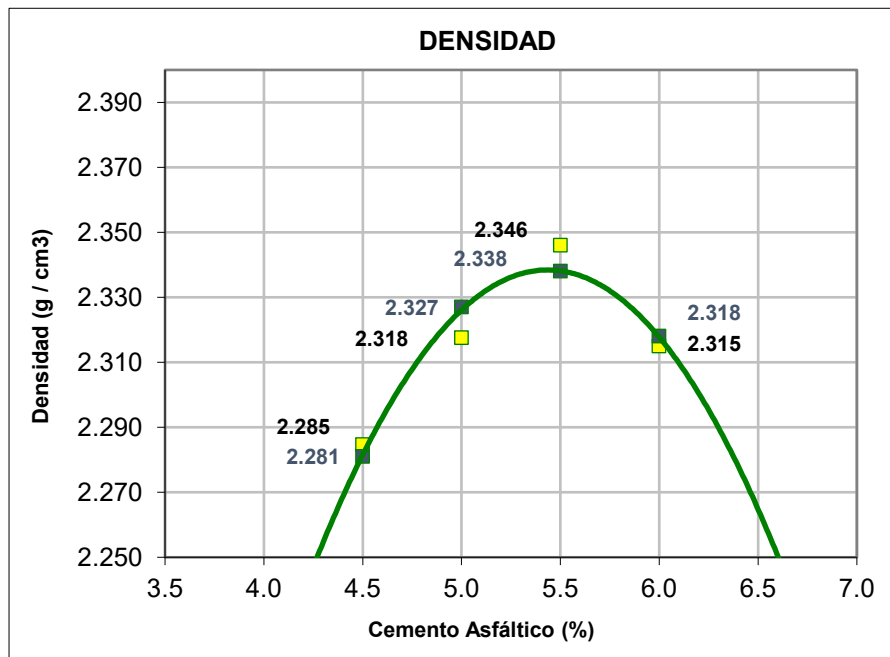


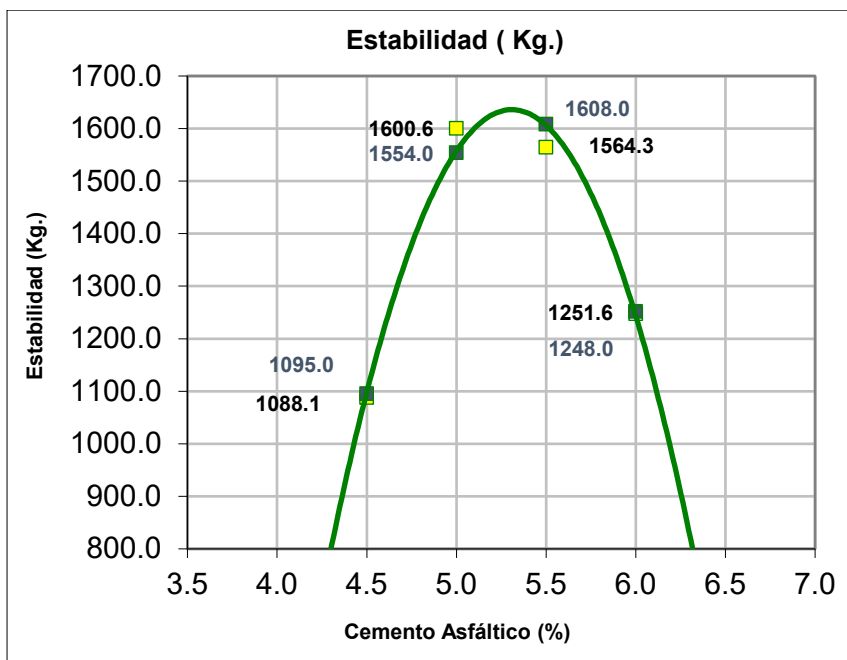
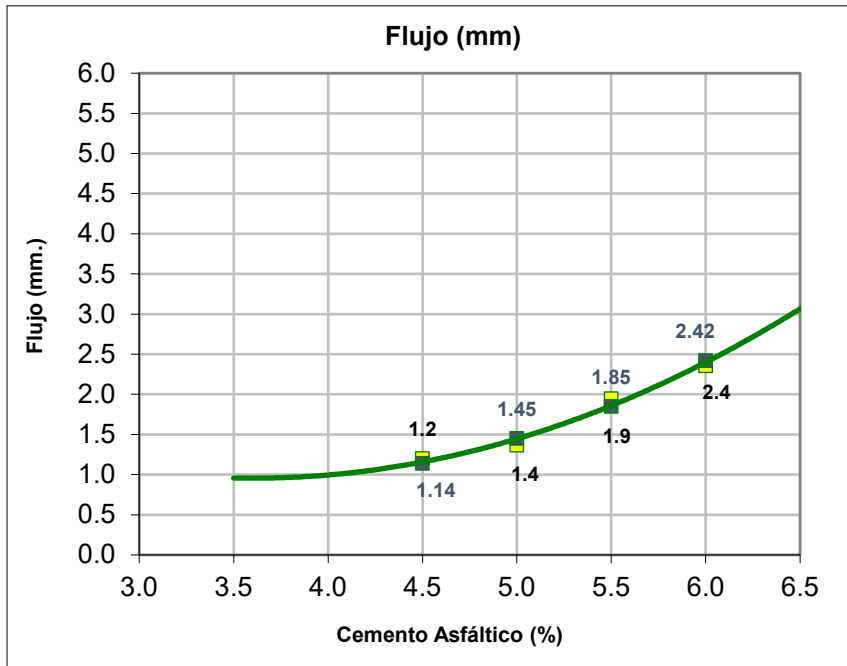




## ANÁLISIS COMPARATIVO – MEZCLA CONVENCIONAL

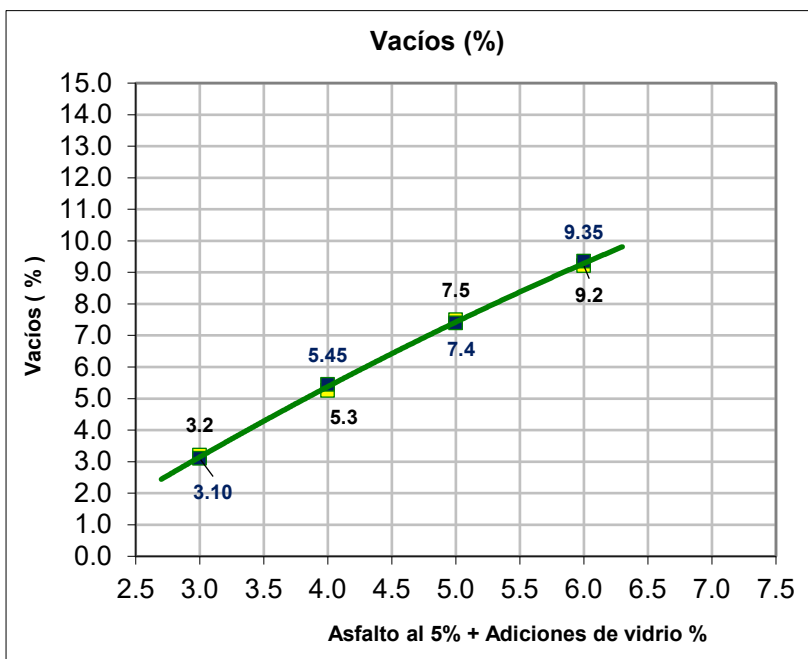
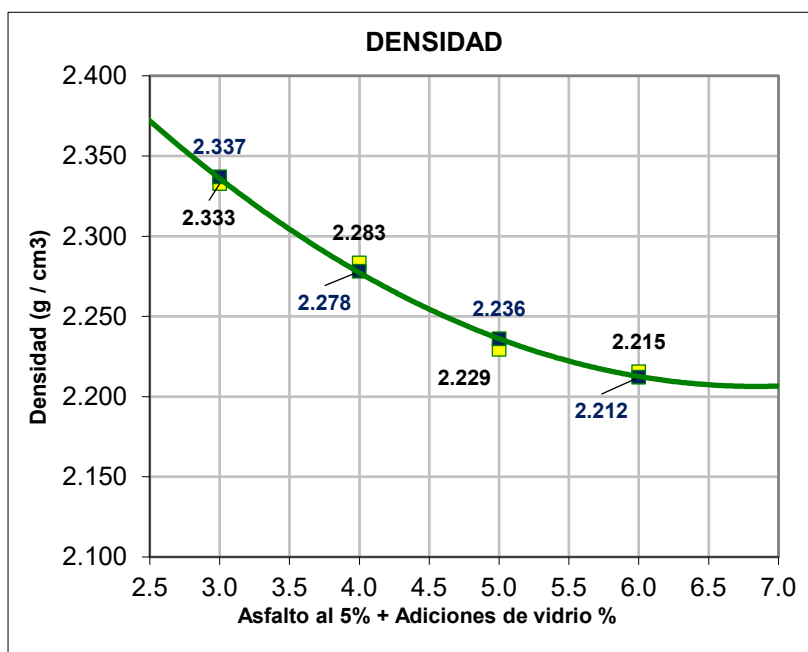
		LAB.	CORR.	LAB.	CORR.	LAB.	CORR.	LAB.	CORR.
Cemento Asfáltico en peso de la mezcla		<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>5.5</b>	<b>6.0</b>	<b>6.0</b>
Densidad	(g / cm <sup>3</sup> )	2.285	2.281	<b>2.318</b>	<b>2.327</b>	2.346	2.338	2.315	2.318
Vacios	%	5.2	5.2	<b>3.8</b>	<b>3.8</b>	2.7	2.7	1.9	1.9
Flujo	(mm)	1.2	1.14	<b>1.4</b>	<b>1.45</b>	1.9	1.85	2.4	2.42
Estabilidad Corregida	(Kg)	1088.1	1095.0	<b>1600.6</b>	<b>1554.0</b>	1564.3	1608.0	1251.6	1248.0

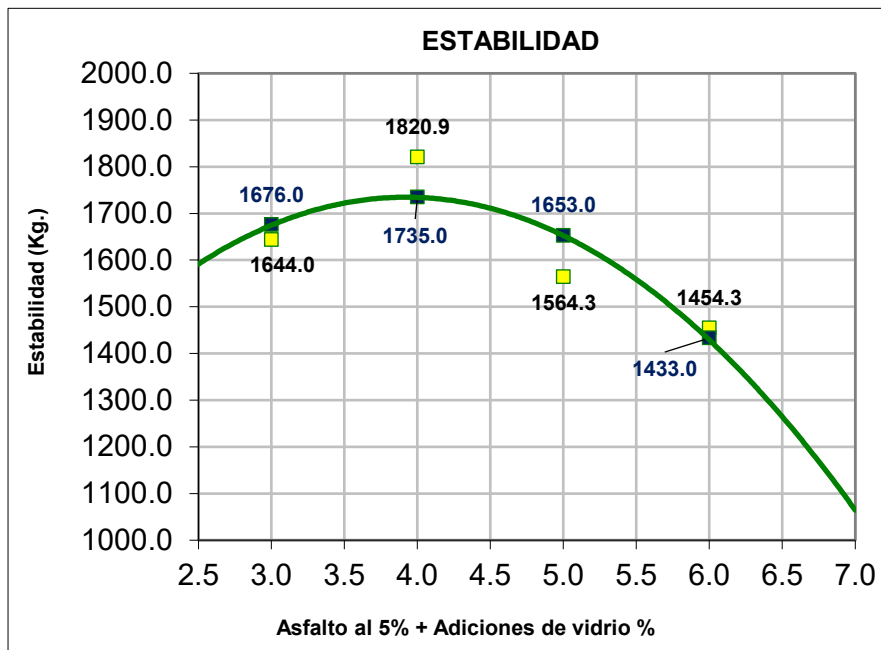
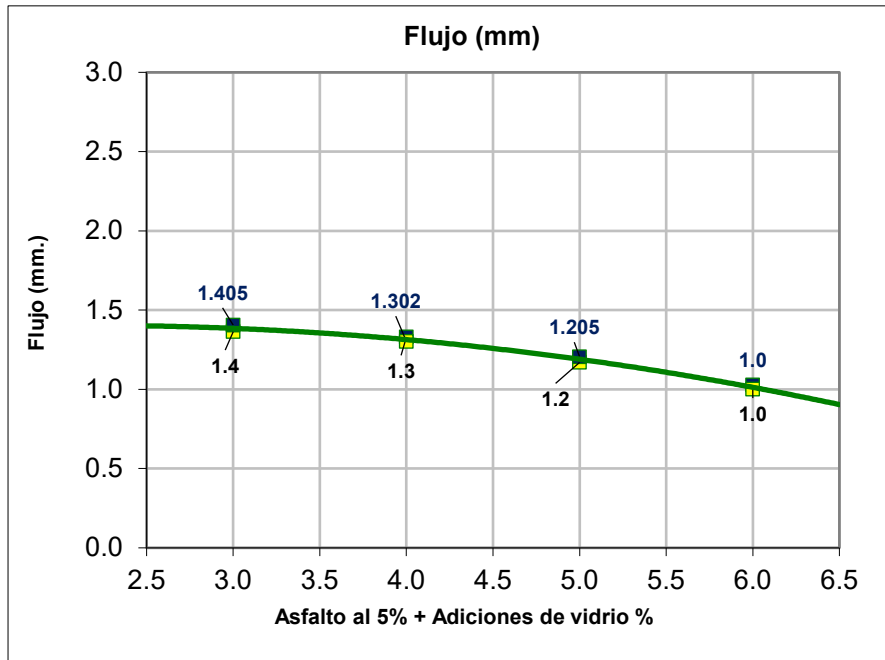




## ANÁLISIS COMPARATIVO – MEZCLA MODIFICADA

		LAB.	CORR.	LAB.	CORR.	LAB.	CORR.	LAB.	CORR.
Cemento Asfáltico AL 5% y adiciones de asfalto de :		<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	<b>5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>6.0</b>	<b>6.0</b>
Densidad	(g / cm <sup>3</sup> )	2.333	2.337	<b>2.283</b>	<b>2.278</b>	2.229	2.236	2.215	2.212
Vacíos	%	3.2	3.10	<b>5.3</b>	<b>5.45</b>	7.5	7.4	9.2	9.35
Flujo	(mm)	1.4	1.405	<b>1.3</b>	<b>1.302</b>	1.2	1.205	1.0	1.0
Estabilidad	(Kg)	1644.0	1676.0	<b>1820.9</b>	<b>1735.0</b>	1564.3	1653.0	1454.3	1433.0







## Anexo N° 04.17: Ensayos de viscosidad

CONTROL DE CEMENTOS ASFALTICOS	
PROYECTO:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"
TESISTA:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA
LUGAR:	TRUJILLO, LA LIBERTAD
PROCEDENCIA:	CANTERA EL MILAGRO
FECHA:	Abr-23
MUESTRA:	PEN (60/70)
LUGAR DE EXTRACCION:	MUESTRA DE LABORATORIO

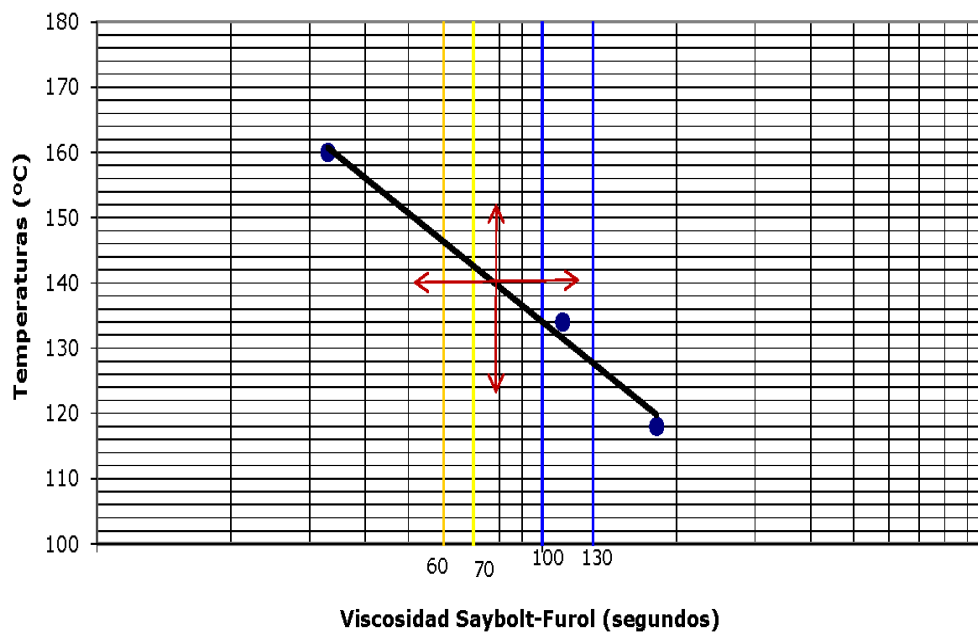
### ENSAYO DE PENETRACIÓN

Temperatura de Ensayo	25° C		
Prueba N°	1	2	3
Penetración Parcial	65	63	67
<b>Penetración Promedio</b>	<b>65</b>		

### ENSAYO DE VISCOSIDAD SAYBOLT - FUROL

Ensayo N°	1		2		3	
Prueba N°	A	B	A	B	A	B
Temperatura de Ensayo (° C)	118		134		160	
Viscosidad Individual(segundos)	170	191	110	112	34	32
Viscosidad Promedio(segundos)	181		111		33	

### GRÁFICO RELACIÓN TEMPERATURA vs VISCOSIDAD



	Mínima	Máxima	Promedio	ESPECIFICACIONES
TEMPERATURA DE MEZCLA PLANTA	142	146	151	60a 70 seg
TEMPERATURA DE COMPACTACION	126	134	140	100 a 130 Seg

## Anexo N° 05: Caracterización de la fibra de vidrio



### FIBRA DE VIDRIO MAT 450

#### DESCRIPCIÓN:

Fibra de vidrio cortada es un material de refuerzo de filamento fino, colocada en un patrón aleatorio y unido con un aglutinante en polvo o emulsión.

Esta especialmente diseñada para el laminado manual y el proceso de laminado continuo. Es fácil de manejar y tiene un excelente rendimiento de moldeo.

Es un excelente material de refuerzo para paneles de techo translucido, tanques de almacenamiento de productos químicos, tuberías de FRP, cascos, cubiertas de barcos y carrocería en general.

#### USOS:

- Arreglo de materiales: Para arreglos de esquís, canoas y demás embarcaciones.

- **Automoción:** Para fabricación y reparación de piezas de vehículos

- **Industrial:** Composites para refuerzo de piezas plásticas, componentes para ordenadores, tejidos de refuerzo de estructuras, decoración y aislante.

#### CARACTERÍSTICAS:

- Buena transparencia para los laminados

- Mojado rápido

- Fácil de eliminar las burbujas de aire.

- Excelente transparencia de los productos terminados.

- Buena dispersión y uniformidad.

- Bajo consumo de resina

#### DATOS TÉCNICOS:

- **Ligante:** Emulsión.

- **Peso:** 450 gr/m<sup>2</sup> + 10% conforme a la norma ISO3374.

- **Longitud de fibra:** 50 mm.

- **Contenido de humedad:** ≤ 0,20 % conforme a la norma ISO 334

propiedad	peso del area %	contenido de humedad %	contenido de aglutinante %	resistencia a la traccion	ancho
metodo de prueba	ISO 3374	ISO 3344	ISO 1887	ISO 3342	ISO 5025
225	-5+10	≤ 0.20	4.7+0.9	≥30	+5
300	-5+10	≤ 0.20	4.0+0.9	≥50	+5
450	-5+10	≤ 0.20	3.7+0.8	≥70	+5
600	-5+10	≤ 0.20	3.7+0.8	≥80	+5
900	-5+10	≤ 0.20	3.5+0.8	≥90	+5

#### FICHA TÉCNICA



#### PRESENTACIÓN:

- Se presenta en rollos para las cantidades de 5, 10 y 25 m<sup>2</sup> o superior.
- Se presenta envasado y doblado para la cantidad de 1 m<sup>2</sup>.

#### ALMACENAMIENTO:

- Almacene en lugares protegidos de la intemperie.
- Los rollos deben almacenarse en su embalaje original
- Temperatura no exceder los 35°C
- Humedad relativa por debajo del 65%.

#### MODO DE EMPLEO:

Se recorta la cantidad necesaria y una vez acondicionada la superficie, limpia, seca y lijada, se procede al emplastado con resina de poliéster y peróxido.

#### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

La fibra de vidrio puede causar irritación temporal en la piel, para evitarlo, después de manejarlo lávese perfectamente con agua y jabón. Use siempre ropa de manga larga guantes y protectores para los ojos. Lave por separado la ropa de trabajo para evitar que la fibra de vidrio que se desprenda se impregne en otras prendas



## Anexo N° 6: Validación de los ensayos por expertos

### Anexo N° 6.01: Validación de ensayo de caracterización del agregado fino

Experto 01: Ing. Sagastegui Calvanapon, Wilson Ernesto

Experto 02: Ing. Rojas Álvarez, Rolando Rafael

Experto 03: Ing. Sandoval Ballena, Juan Francisco



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

#### FICHA DE OBSERVACIÓN

**TESIS** : "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"  
**UBICACIÓN** : CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD  
**TESISTA** : DARUIN EAR GARCIA JIBAJA  
**TIPO MATERIAL** : AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

#### ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO

##### GRANULOMETRÍA:

Tamaño o número del tamiz	Milímetros	Pulgadas	PASANTE
3/8	9.53	0.375	0.00
Nº4	4.75	0.187	0.00
Nº8	2.36	0.0787	26.42
Nº16	1.18	0.0165	0.00
Nº30	0.600	0.0029	0.00
Nº50	0.300	0.0029	0.00
Nº100	0.150	0.0029	0.00
Nº200	0.075	0.0029	0.00

##### CARACTERÍSTICAS:

###### Contenido de humedad

1.64

Peso de la tara (g.)

84.7

Peso natural de la muestra (gr)

872

Peso de la muestra seca (gr)

859.40

###### Peso específico

2.693

###### Absorción

1.40

Peso de la fiola + agua + muestra (gr)

1,013.5

Peso de la fiola + agua (gr)

706.1

Peso de la muestra s.s.s. (gr)

500.0

Peso de la muestra seca (gr)

493.1

###### Peso unitario suelto

1,566

M 01 M 02 M 03

Volumen de la tara (m3)

0.0070 0.0070 0.0070

Peso de la tara (kg)

12.091 12.091 12.091

Peso del agregado + tara (kg)

23.02 23.02 23.05

Peso unitario bruto (kg/m3)

1,565 1,565 1,570

###### Peso unitario compactado

1,772

M 01 M 02 M 03

Volumen de la tara (m3)

0.0070 0.0070 0.0070

Peso de la tara (kg)

12.091 12.091 12.091

Peso del agregado + tara (kg)

24.32 24.41 24.66

Peso unitario bruto (kg/m3)

1,752 1,764 1,800

###### Modulo de finura

2.70

WILSON ERNESTO  
SAGASTEGUI CALVANAPON  
Ingeniero Civil  
CIP N° 255635

Rolando Rafael Rojas Alvarez  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 098861

JUAN FRANCISCO SANDOVAL BALLENA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 197225

## Anexo N° 6.02: Validación de ensayo de caracterización del agregado grueso

Experto 01: Ing. Sagastegui Calvanapon, Wilson Ernesto

Experto 02: Ing. Rojas Álvarez, Rolando Rafael

Experto 03: Ing. Sandoval Ballena, Juan Francisco



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### FICHA DE OBSERVACIÓN

**TESIS** : "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"  
**UBICACIÓN** : CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD  
**TESISTA** : DARWIN EAR GARCIA JIBAJA  
**TIPO MATERIAL** : AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

### ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO

#### GRANULOMETRÍA:

Tamaño o N° del tamiz	Milímetros	Pulgadas	Pasante
2"	50.8	2.00	100.00
1 1/2"	38.10	1.50	100.00
1"	25.4	1.00	100.00
3/4"	19.00	0.75	100.00
1/2"	12.70	0.50	62.58
3/8"	9.530	0.38	36.68
Nº4	4.750	0.19	4.03
Nº200	0.075	0.003	0.08

#### CARACTERÍSTICAS:

**Contenido de humedad**

Peso natural de la muestra (gr)   
 Peso de la muestra seca (gr)

**Peso específico**  **Absorción**

Peso de la muestra s.s.s. (gr)   
 Peso de la muestra seca (gr)   
 Peso de la muestra sumergida (gr)

**Peso unitario suelto**

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m <sup>3</sup> )	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	22.48	22.33	22.41
Peso unitario b n to (kg/m <sup>3</sup> )	1,487	1,467	1,478

**Peso unitario compactado**

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m <sup>3</sup> )	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	23.36	23.35	23.41
Peso unitario b n to (kg/m <sup>3</sup> )	1,614	1,612	1,620

**Modulo de finura**

WILSON ERNESTO  
SAGASTEGUI CALVANAPON  
Ingeniero Civil  
CIP N° 255635

Rolando Rafael Rojas Alvarez  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 098861

JUAN FRANCISCO SANDOVAL BALLENA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 197225

## Anexo N° 7: CERTIFICADOS EMITIDOS POR EL LABORATORIO

**CORPORACIÓN A&J**

CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.

### INFORME TÉCNICO

#### ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, METODO MARSHALL.

#### I. GENERALIDADES

##### 1.1. Datos del proyecto

**Nombre del proyecto:** "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

**Solicitante:** DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

**Finalidad:** Estudio de ensayos de caracterización de agregados para diseño de mezclas asfálticas en caliente mediante método de diseño Marshall, según AASHTO 93.

##### 1.2. Objetivos del estudio

El objetivo del informe técnico, es presentar de manera resumida los ensayos de caracterización realizados a los agregados pétreos de la cantera El Milagro (muestreados por el tesista), asimismo, se presentan los resultados de los ensayos realizados en laboratorio, así como el diseño de mezcla asfáltica en caliente mediante método Marshall, y su calculo de contenido óptimo de cemento asfáltico, para posteriormente ser alterado con adiciones porcentuales de fibra de vidrio en 3, 4, 5 y 6%, a fin de conocer su influencia en su estabilidad, flujo, % de vacíos y otras propiedades inherentes a las mezclas asfálticas.

##### 1.3. Ubicación de la zona de estudio

El lugar de estudio se ubica en el distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo en el departamento de La Libertad. Se realizaron en total, 02 procedimiento de Marshall, para mezcla asfáltica patrón (en la cual se determinó el contenido optimo de asfalto) y mezcla asfáltica modificada con fibra de vidrio.



  
EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com



## II. INVESTIGACIONES RELIZADAS

### 2.1. Muestreo y registros de exploración

Los trabajos de muestreo y caracterización fueron realizados por el estudiante, quien recibió asesoría para el desarrollo de los ensayos en mención, facilitándole su acceso y uso de instrumentos, el cual desarrollo su base de datos para su revisión y aprobación de los resultados evidenciados.

### 2.2. Ensayos Realizados

Se realizaron ensayos de laboratorio que se muestran a continuación en la tabla 01:

**Tabla 01. Relación de ensayos realizados a los agregados.**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	NORMA MTC	NORMA ASTM	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Granulometría	Clasificación	E 204	C136	Determinar la distribución cuantitativa de los tamaños de partículas del material.
Gravedad Específica y Absorción de los agregados	Propiedades físicas del agregado	E 205, E 206	C 127, C128	Determinar el peso específico, gravedad específica y absorción de los agregados.
Ensayo de desgaste de los agregados por abrasión Los Ángeles	Propiedades mecánicas.	E 206	C131	Determinar la resistencia al desgaste del agregado grueso empleando carga abrasiva
Ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio	Propiedades mecánicas	E209	C88	Determinar la resistencia al desgaste del agregado grueso a agentes químicos atmosféricos.
Ensayo para determinar el Índice de durabilidad de agregados	Propiedades mecánicas	E214	D3744	Determinar el índice de durabilidad, relacionada a la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, mediante degradación mecánica.
Ensayo para obtener el porcentaje de caras fracturadas en agregados.	Propiedades físicas del agregado	E210	D5821	Determinar el porcentaje del material que presenta una o más caras fracturadas en agregados pétreos.
Ensayos para determinar partículas chatas y alargadas.	Propiedades físicas del agregado	E221	NLT 354/91	Calcular los índices de aplanamiento y alargamiento de una fracción de agregado.
Ensayo para determinar sales solubles en agregados	Propiedades físicas del agregado	E219	LNy-8	Determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos.
Ensayo de Equivalente de arena en agregados finos	Propiedades físicas del agregado	E114	D2419	Determinar la proporción de contenido de polvo fino no retenido en un agregado fino o suelo.



EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com

También se desarrollaron ensayos en mezclas Asfálticas para el diseño de asfaltos modificados con fibra de vidrio. En la tabla 02 se muestran los ensayos realizados.

**Tabla 02. Relación de ensayos realizados en mezclas asfálticas.**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	NORMA MTC	NORMA ASTM	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.	Propiedades mecánicas	E 504	D1559	Determinar la resistencia, deformación plástica de mezclas bituminosas.
Porcentaje de Vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas	Propiedades físicas de la mezcla asfáltica	E 505	D3203	Calcular el contenido de vacíos en muestra de mezclas asfálticas (briquetas).
Viscosidad Saybolt Furol de Asfaltos Líquidos	Propiedades físicas de la mezcla asfáltica	E309	D88	Determinar la viscosidad, como un medio para establecer la uniformidad del cemento asfáltico para compactación y planta.

### III. RESULTADOS DEL ESTUDIO:

#### 3.1. Resultados de las propiedades de los agregados

En los estudios realizados en laboratorio, se obtuvieron valores que permitirán el diseño de mezclas asfálticas, se presentan en la siguiente descripción:

  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714

**Tabla 03. Resultados de los ensayos en Agregados.**

MUESTRA	Descripción del estrato
AGREGADO GRUESO	<p>Se determinaron las siguientes propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría: Corresponde al huso 56, presenta una gradación adecuada dentro de sus usos granulométricos. Se determinó un módulo de finura en agregado grueso similar a 5.97.</li> <li>- Gravedad específica. Se determinó un valor de 2643 kg/m<sup>3</sup> de peso específico, una absorción similar a 1.41%.</li> <li>- Presenta un peso unitario suelto de 1477 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1615 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>- El agregado presenta un porcentaje de desgaste de 28.27%, el cual representa el material pulverizado con carga abrasiva pasante de malla 12.</li> <li>- El agregado puede indicarse como piedra triturada, presenta cara fracturada similar a 81 % y con más de una cara fracturada de 75%.</li> <li>- Presenta índices de aplanamiento y alargamiento típicos de una grava triturada, valores aceptables.</li> </ul>



990859993 / 971318314




Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta un índice de durabilidad similar a 93.46, con ello se puede indicar que el agregado sometido a fuerza mecánica no desprenderá polvillo nocivo, con ello se garantiza la durabilidad del agregado grueso.</li> <li>- Presenta un promedio baja de sales solubles de fracción fina similares al 0.031%.</li> <li>- En los ensayos de resistencia a sulfatos de magnesio se determinar una perdida por sulfatos similar a 2%, el cual es bajo y permite el uso de este agregado para diseños de mezclas asfálticas expuestas a factores climáticos.</li> </ul>
<p><b>AGREGADO FINO</b></p>	<p>Se determinaron las siguientes propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría: Corresponde al huso de agregado fino, presenta una gradación adecuada dentro de sus usos granulométricos. Se determinó un módulo de finura en agregado grueso similar a 2.70.</li> <li>- Gravedad específica. Se determinó un valor de 2693 kg/m<sup>3</sup> de peso específico, una absorción similar a 1.40%.</li> <li>- Presenta un peso unitario suelto de 1566kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1772 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>- Presenta un equivalente de arena promedio de 80%, con ello podemos indicar que los finos de la fracción del agregado no representan un peligro o comportamiento muy plástico, de tal manera se puede utilizar el agregado para la conformación de mezclas asfálticas.</li> <li>- Presenta un índice de durabilidad de 92%, con ello podemos indicar que el agregado no producirá finos suficientemente dañinos como para alterar la composición y resistencia del propio agregado.</li> <li>- Presenta un bajo valor promedio de sales solubles, similar al 0.119%, con ello se aprueba su uso en mezclas asfálticas.</li> </ul>
<p> EDWIN VASQUEZ HURTADO Ingeniero Civil CIP Nº 305714</p> <p><b>MEZCLAS ASFÁLTICAS</b></p>	<p>Se determinaron las siguientes propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizo la estimación de la viscosidad del cemento asfáltico a fin de conocer las temperaturas de compactación y planta del mismo, y su viscosidad medida en segundos, relacionada con la estabilidad y homogeneidad de la mezcla asfáltica. El grado penetración también se encuentra dentro de sus características de tipo 60/70.</li> <li>- Se realizaron ensayos de Marshall, con la finalidad de obtener el optimo contenido de asfalto patrón, con ello se determino que el contenido ideal de cemento asfaltico es de 5.25%, con este porcentaje se alcanzaron los máximos valores de estabilidad y flujo plástico de la mezcla patrón.</li> <li>- Se determinaron los ensayos de mezclas asfálticas modificadas para el contenido optimo de 5.25%, al cual se le adicionaron porcentajes de fibra de vidrio en 3, 4, 5 y 6%, de los cuales se determinó que los especímenes con adición de 4% presentaban los</li> </ul>





	<p>mejores resultados de estabilidad y flujo plástico de las mezclas asfálticas.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Con esto se puede indicar que las adiciones de fibra de vidrio mejoran las propiedades de estabilidad y flujo, siempre que se controlen las adiciones hasta un 4%.</li><li>- Cabe señalar que existe afectación de las fibras de vidrio sobre el % de vacíos de las mezclas asfálticas, y dependerá mucho del diámetro nominal de las adiciones empleadas.</li></ul>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- Se llevaron a cabo los ensayos en mención, a fin de que con los datos determinados de la caracterización geomecánicas de los agregados, se pueda realizar el diseño de mezclas asfálticas y se garantice la integridad de los agregados durante la confección de mezclas asfálticas en caliente.
- Los agregados pétreos, presentan características adecuadas y según los diversos ensayos realizados se recomienda utilizar los agregados en el diseño de mezclas asfálticas, así mismo se garantiza su durabilidad y resistencia a intemperismo y degradación mecánica, consolidándose como un agregado confiable.
- Los asfaltos modificados, resulta en una gran solución para mejorar la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas, sin embargo, las condiciones de campo resultan primordiales a la hora de realizar un diseño asfáltico, es por ello que si se quiere poner en práctica este tipo de mezclas, deberá corroborarse las cantidades y temperaturas de diseño a fin de que se encuentren en condiciones similares a laboratorio.
- En el diseño patrón se obtuvo que el 5.25% de adición de cemento asfáltico tiene un mejor comportamiento tanto de resistencia como de flujo plástico, al cual se le considera la relación o porcentaje óptimo de asfalto para los agregados pétreos en estudio.
- Se determinó que adiciones de hasta 4% de fibra de vidrio mejoran las propiedades de estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica.



EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714

**ANEXO 01. HOJAS DE CÁLCULO DE  
LABORATORIO  
CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE  
AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS  
ASFÁLTICAS.**

CONSTRUCCIÓN Y  
CONSULTORIA S.A.C



  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com

RESUMEN DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>
TIPO MATERIAL	<u>AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>
<b>CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS</b>	
<b>Agregado fino</b>	
Humedad (%)	1.64
Absorción (%)	0.99
P.U.S. (Kg/m3)	1,566
P.U.C. (Kg/m3)	1,772
Peso específico (Kg/m3)	2,664
Modulo de finura	2.70
<b>Agregado grueso</b>	
Humedad (%)	0.86
Absorción (%)	0.87
P.U.S. (Kg/m3)	1,477
P.U.C. (Kg/m3)	1,615
Peso específico (Kg/m3)	2,657
T.M.N.	1/2"



  
 EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com



## ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD  
 SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA  
 TIPO MATERIAL: AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

### AGREGADO FINO

Contenido de humedad

Peso de la tara (g.)	84.7
Peso natural de la muestra (gr)	872
Peso de la muestra seca (gr)	859.40

Peso específico  Absorción

Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	1,013.5
Peso de la fiola + agua (gr)	706.1
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	500.0
Peso de la muestra seca (gr)	495.1

Peso unitario suelto

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	23.02	23.02	23.05
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,565	1,565	1,570

Peso unitario compactado

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	24.32	24.41	24.66
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,752	1,764	1,800

Modulo de finura



*[Signature]*  
 EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 305714

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"		
UBICACIÓN:	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD		
SOLICITANTE	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA		
TIPO MATERIAL	AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS		
AGREGADO GRUESO			
Contenido de humedad	0.86		
Peso natural de la muestra (gr)	1,160.0		
Peso de la muestra seca (gr)	1,150.1		
Peso específico	2.657		Absorción
	0.87		
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	1,517.0		
Peso de la muestra seca (gr)	1,503.9		
Peso de la muestra sumergida (gr)	951.0		
Peso unitario suelto	1,477		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	22.48	22.33	22.41
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,487	1,467	1,478
Peso unitario compactado	1,615		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.091	12.091	12.091
Peso del agregado + tara (kg)	23.36	23.35	23.41
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,614	1,612	1,620
Modulo de finura	5.96		



*[Signature]*  
EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO EN SECO											
TESIS:		"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"									
UBICACIÓN:		CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD									
SOLICITANTE:		DARUIN EAR GARCIA JIBAJA									
PROFUNDIDAD:		MUESTRA 01		TIPO MATERIAL		ARENA GRUESA					
		Tamiz US	Peso del Tamiz (g.)	Peso del Tamiz+ material retenido (g.)	Peso retenido de muestra (g.)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	% QUE PASA			
TAMIZADO USANDO EL P. T.M.	PIEDRA O CANTOS	4									
		3									
	GRAVA	GRUESA	2 1/2								
			2								
			1 1/2								
		FINA	1								
			3/4								
			1/2								
	TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P. T.M.	ARENA	GRUESA	3/8	520.60	520.60	0.00	0.00	0.00	100.00	
				1/4							
FINA		GRUESA	Nº 4	492.50	520.80	28.30	2.83	2.83	97.17		
			Nº 8	452.40	586.20	133.80	13.39	16.23	83.77		
		MEDIA	GRUESA	Nº 10							
				Nº 16	396.20	555.10	158.90	15.91	32.13	67.87	
			FINA	MEDIA	Nº 30	379.20	561.10	181.90	18.21	50.34	49.66
					Nº 40						
				FINA	Nº 50	344.50	576.70	232.20	23.24	73.58	26.42
					Nº 60						
SEDIMENTACIÓN	N	Nº 80									
		Nº 100	321.00	530.80	209.80	21.00	94.58	5.42			
		Nº 140									
		Nº 200	312.80	360.10	47.30	4.73	99.32	0.68			
		P Nº 200	349.0	355.80	6.80	0.68	100.00	0.00			
				999.00	100.00						
VÍA SECA		<input checked="" type="checkbox"/>		POR LAVADO		<input type="checkbox"/>					

CARACTERÍSTICAS DE MUESTRA ENSAYADA



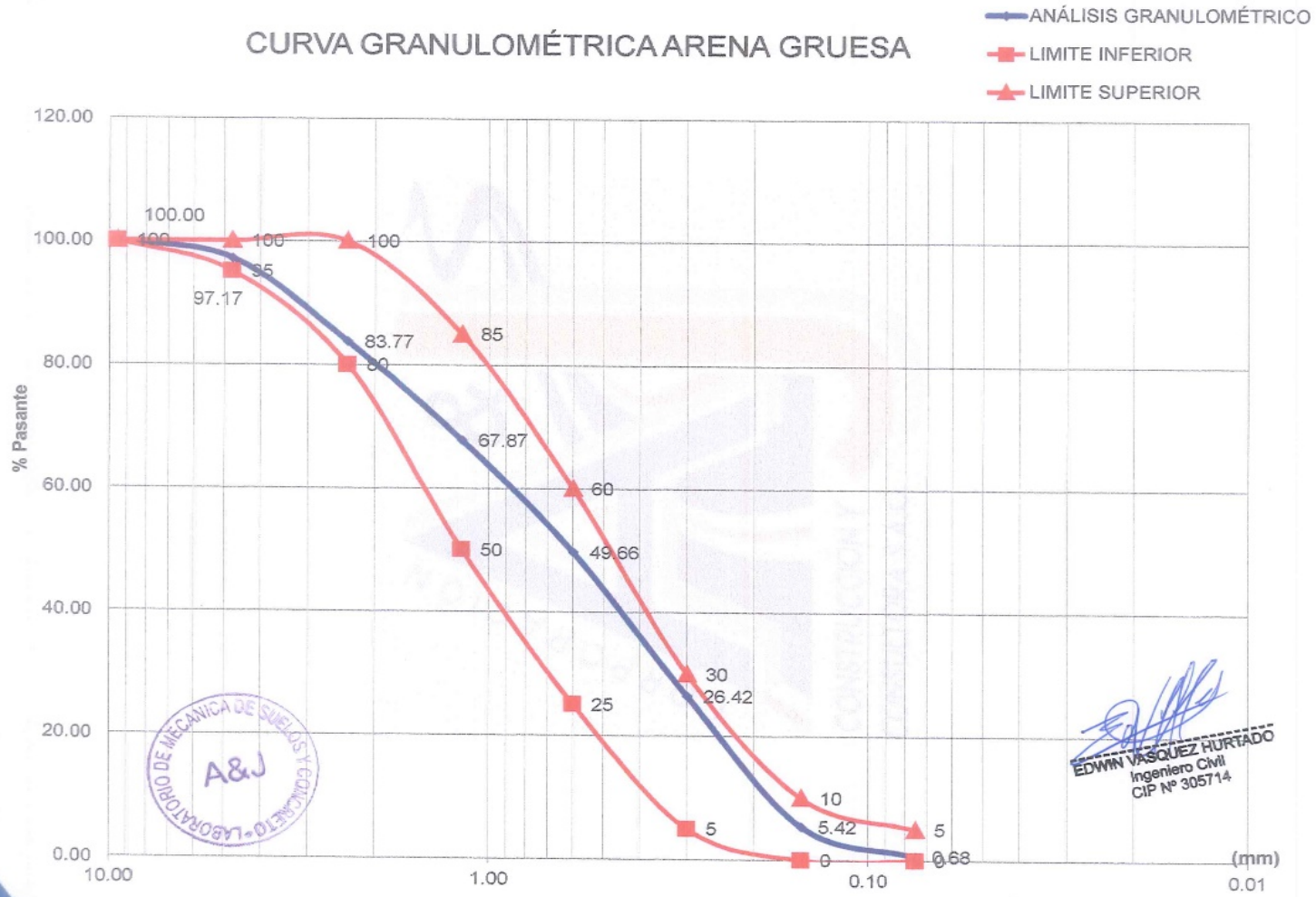
*[Signature]*  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 305714

corporación.aj.sac@gmail.com

Av. Salvador Lara Nº 1331 - Los Jardines

990859993 / 971318314

### CURVA GRANULOMÉTRICA ARENA GRUESA



*Edwin Vasquez Hurtado*  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714

### ABERTURA DE TAMICES

Tamaño o numero del tamiz	milímetros	pulgadas	Pasante
3/8	9.53	0.375	100.00
Nº4	4.75	0.187	97.17
Nº8	2.36	0.0787	83.77
Nº16	1.18	0.0165	67.87
Nº30	0.600	0.0029	49.66
Nº50	0.300	0.0029	26.42
Nº100	0.150	0.0029	5.42
Nº200	0.075	0.0029	0.68

### ARENA GRUESA

Limite inferior	Limite Superior
100	100
95	100
80	100
50	85
25	60
5	30
0	10
0	5

CONSTRUCCIÓN Y  
CONSULTORA S.A.C.



*[Signature]*  
EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara Nº 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com



ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO EN SECO									
PROYECTO:		"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"							
UBICACIÓN:		CÁNTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD							
SOLICITANTE:		DARUIN EAR GARCÍA JIBAJA							
PROFUNDIDAD:		MUESTRA 01		TIPO MATERIAL		GRAVA			
	Tamiz US	Peso del Tamiz (g.)	Peso del Tamiz+ material retenido (g.)	Peso retenido de muestra (g.)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	% QUE PASA		
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4							
		3							
	GRAVA	GRUESA	2 1/2						
			2	592.60	592.60	0.00	0.00	0.00	100.00
			1 1/2	562.50	562.50	0.00	0.00	0.00	100.00
			1	527.60	527.60	0.00	0.00	0.00	100.00
		FINA	3/4	527.10	527.10	0.00	0.00	0.00	100.00
			1/2	517.30	1460.60	943.30	37.42	37.42	62.58
			3/8	520.60	1173.30	652.70	25.89	63.32	36.68
			1/4						
ARENITA	GRUESA	Nº 4	492.50	1315.40	822.90	32.65	95.97	4.03	
		Nº 8							
	FINA	Nº 10							
		Nº 16							
		Nº 30							
		Nº 40							
		Nº 50							
		Nº 60							
		Nº 80							
		Nº 100							
Nº 140									
Nº 200	312.80	412.40	99.60	3.95	99.92	0.08			
SEDIMENTACIÓN	P Nº 200	349.0	351.10	2.10	0.08	100.00	0.00		
				2520.60	100.00				

VÍA SECA  POR LAVADO

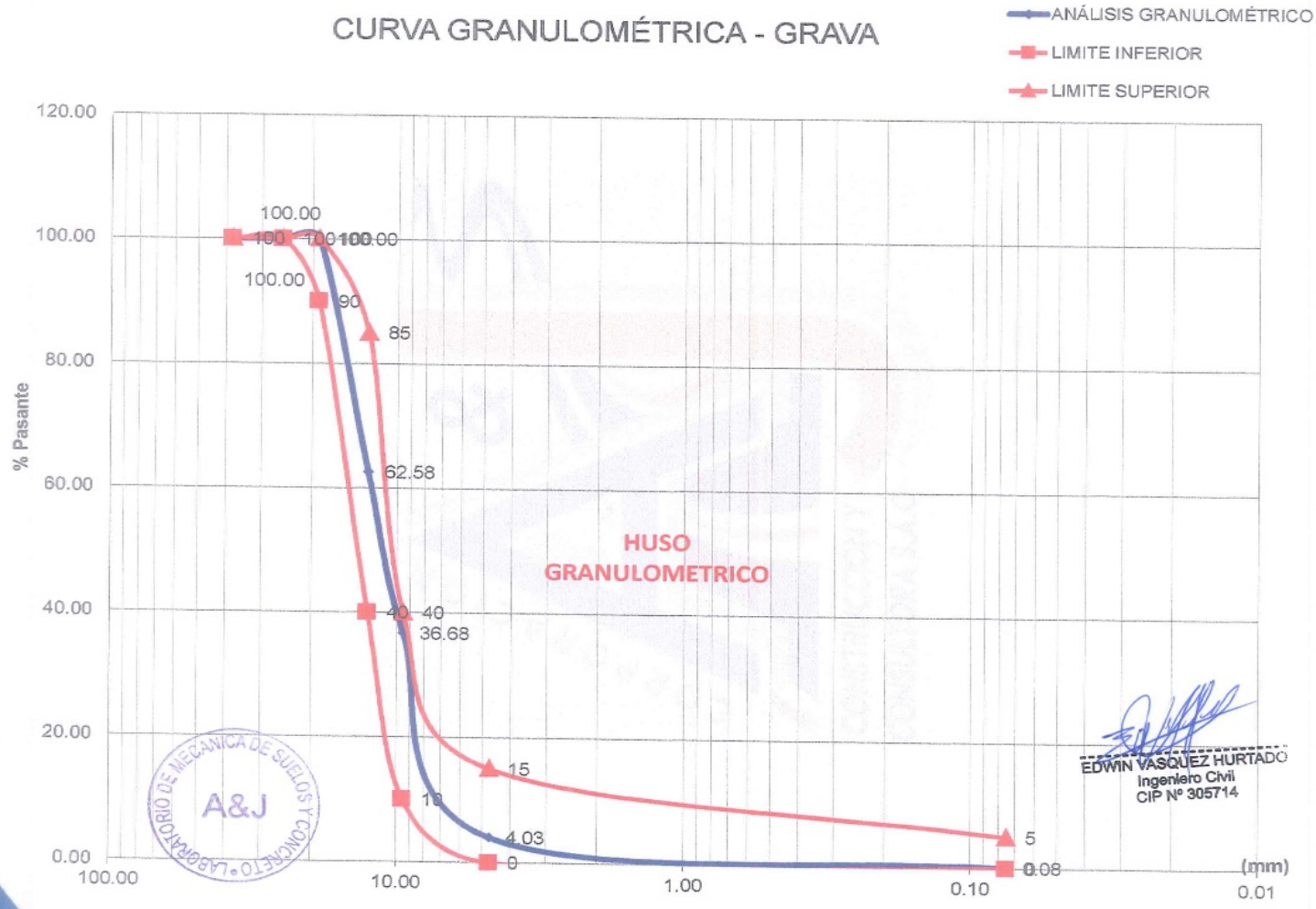
CARACTERÍSTICAS DE MUESTRA ENSAYADA  
LA MUESTRA PRESENTA UNA GRADACIÓN CORRECTA, CORRESPONDIENTE AL HUSO GRANULOMETRICO 56



PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
MATERIAL INICIAL SECO ANTES DE LAVAR 2520.6 gr,	
MATERIAL PERDIDO EN LAVADO 0 gr.	
CLASIFICACIÓN DE SUELO	
SEGÚN AASHTO	A-1-a
SEGÚN SUCS	GP
COEFICIENTES DE SUELO	
D60 =	10.28
D30 =	9.05
D10 =	6.5
Cu =	1.14
Cc =	1.23
MF=	5.97

*Edwin Vasquez Hurtado*  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 305714

**CURVA GRANULOMÉTRICA - GRAVA**





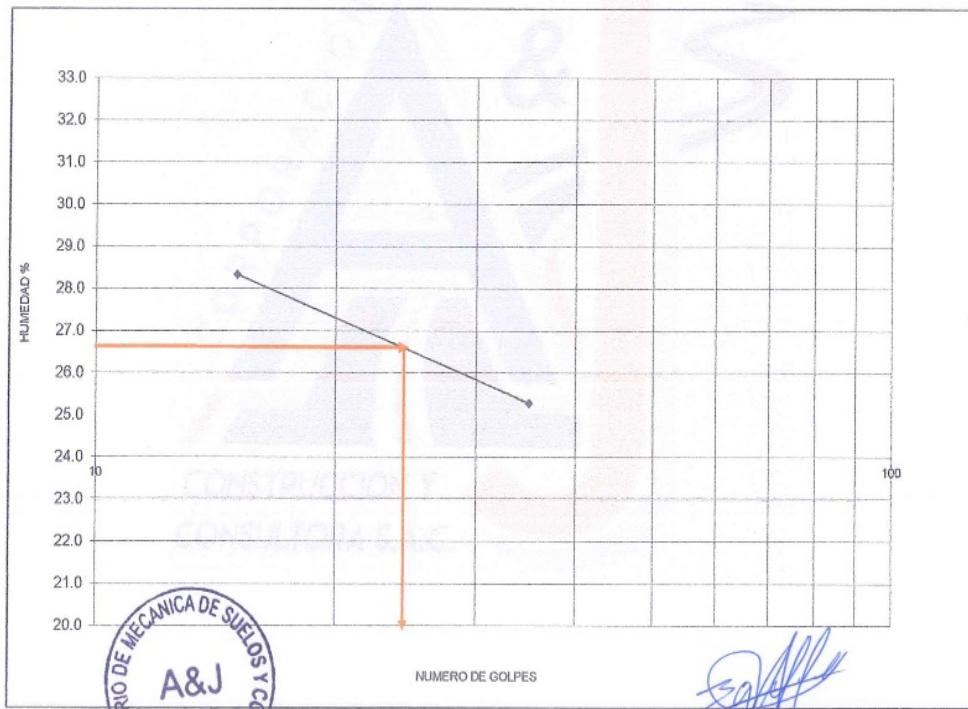
HUSO	TAMAÑO MAXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5



*Edwin Masquez Hurtado*  
**EDWIN MASQUEZ HURTADO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 305714

ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG PARA PASANTE DE MALLA 200	
PROYECTO	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"
SOLICITANTE:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA
UBICACIÓN:	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO, LA LIBERTAD
MATERIAL:	PASANTE DE MALLA 200, DEL AGREGADO FINO

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	2	50.60	45.50	5.10	27.50	18.00	28.33
35	3	60.60	53.90	6.70	27.40	26.50	25.28



LL (%)= 26.70

*Edwin Vasquez Hurtado*  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
EL MATERIAL PASANTE DE LA MALLA 200, NO PRESENTA SUFICIENTE PLASTICIDAD PARA GENERAR CONDICIONES MINIMAS PARA LIMITE PLASTICO. SE PRESUME QUE LA FRACCIÓN FINA (PASANTE DE MALLA 200) ES LIMO.							NP

3.- INDICE DE PLASTICIDAD	IP= LL - LP	NP	%



## ENSAYO DE AGRASIÓN, MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C 131

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

### 1. Objetivo

Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5mm. (1 1/2") por medio de la máquina Los Ángeles.

El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con carga abrasiva.

### 2. Selección de método

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometria de la muestra de ensayo (g.)			
mm	diam.	mm.	diam	A	B	C	D
37.50	1 1/2"	-25.00	1"	1250 ± 25			
25.00	1"	-19.00	3/4"	1250 ± 25			
19.00	3/4"	-12.50	1/2"	1250 ± 25	2500 ± 10		
12.50	1/2"	-9.50	3/8"	1250 ± 25	2500 ± 10		
9.50	3/8"	-6.30	1/4"			2500 ± 10	
6.30	1/4"	-4.75	N°04			2500 ± 10	
4.75	N°04	-2.36	N°08				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Metodo B, material retenido en malla 1/2", pasante de malla 3/4". Se tamizaron 5kg de material en malla 1/2" y 3/8". Con una carga abrasiva de 11 esferas.


### 3. Datos del ensayo realizado

$$\% \text{ Desgaste} = 100 (P_1 - P_2) / P_1$$

P1 = Peso muestra seca antes del ensayo.

P2 = Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (No. 12).

Peso total de la muestra (gr.)	5000
Peso retenido en malla 12 (gr.)	3586.4
Peso que pasa el tamiz 12 (gr.)	1413.6
Porcentaje de desgaste (%)	28.27

  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 305714

### 4. Conclusiones

El porcentaje de desgaste es equivalente al 28.27%, el cual representa un valor aceptable, el cual indica que se puede utilizar el agregado para el diseño de mezclas asfálticas.



## ENSAYO DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS MTC E 210

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

### a. Con una cara fracturada

Tamaño del Agregado		A (g.)	B (g.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (CXD)
Peso Tamiz	Retenido tamiz					
517.3	1460.6	1200	1122.9	93.58	37.42	3501.58
520.6	1173.3	300	188.9	62.97	25.89	1630.21
TOTAL		1500	1311.8	156.54	63.31	5131.78
Porcentaje con una cara fracturada				$\frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = \%$		81.06

### B. Con dos o más caras fracturadas

Tamaño del Agregado		A (g.)	B (g.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (CXD)
Peso Tamiz	Retenido tamiz					
517.3	1460.6	1200	1037.8	86.48	37.42	3236.21
520.6	1173.3	300	175.6	58.53	25.89	1515.43
TOTAL			1213.4	145.02	63.31	4751.63
Porcentaje con una cara fracturada				$\frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = \%$		75.05

- A= Peso muestra, g.
- B= Peso material con caras fract
- C= Porcentaje de caras fracturadas
- D= Porcentaje retenido en gradación original
- E= Promedio de caras fracturadas

#### Observaciones:

Se puede apreciar que el material supera el 50% de caras fracturadas, con ello podemos indicar que el material pétreo es una piedra triturada, que puede ser utilizada en la consolidación de mezclas asfálticas.



*[Firma]*  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 306714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com



**ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN : CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

**1. Objetivo**

Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los índices de aplanamiento y de alargamiento, de los agregados que se van a emplear en la construcción de carreteras.

De acuerdo a este método, se define como índice de aplanamiento de una fracción de agregado, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

Se define como índice de alargamiento de una fracción de agregado, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

**Dimensiones de los calibradores para espesor y longitud**

Tamices				Dimensiones del calibrador (mm)	
Pasa		Retiene		Aplanamiento	Alargamiento (Separación de las barras)(2)
mm	(pulg)	mm	(pulg)	Abertura de la ranura)(1)	
63	(2 1/2")	50	(2 ")	33,9	-----
50	(2 ")	37,5	(1 1/2")	26,3	78,8
37,5	(1 1/2")	25	(1 ")	18,8	56,3
25	(1 ")	19	(3/4")	13,2	39,6
19	(3/4")	12,5	(1/2")	9,5	28,4
12,5	(1/2")	9,5	(3/8")	6,6	19,8
9,5	(3/8")	6,3	(1/4")	4,7	14,2

**2. Índice de Aplanamiento**

TAMIZ	Muestra (g.)	Pasante de calibrador (g.)	Índice de Aplanamiento
1/2"	600	36	6.00
3/8"	400	47.4	11.85
	1000	83.4	8.34

**3. Índice de Alargamiento**

TAMIZ	Muestra (g.)	Retenido en barras(g.)	Índice de Alargamiento
1/2"	600	68.4	11.40
3/8"	400	30.1	7.53
	1000	98.5	9.85

**Observaciones:**

Los valores se encuentra dentro de condiciones aceptables, se puede utilizar en el diseño de mezclas asfálticas.



*Edwin Vasquez Hurtado*  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com

**ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS MTC E114**

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"  
 UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD  
 SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA  
 TIPO MATERIAL: AGREGADO FINO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

**1. Objetivos.**

Determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento rápido de campo o laboratorio.

El equivalente de arena se determina de la siguiente manera:

$$\text{Equivalente de Arena} = \frac{\text{Lectura de Arena}}{\text{Lectura de Arcilla}} \times 100$$

**2. Cálculo de los ensayos**

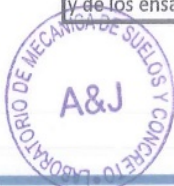
Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
1	Lectura de arena	83	mm.
	Lectura de arcilla	105	mm.
2	Lectura de arena	81	mm.
	Lectura de arcilla	102	mm.
3	Lectura de arena	82	mm.
	Lectura de arcilla	104	mm.

Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
EA 1	Equivalente de arena 01	80	%
EA 2	Equivalente de arena 02	80	%
EA 3	Equivalente de arena 03	79	%

<b>Equivalente de arena promedio es de</b>	<b>80</b>	<b>%</b>
--------------------------------------------	-----------	----------

**3. Conclusiones**

El ensayo de equivalente de arena sirve para evaluar la limpieza de los áridos finos o suelos poco plásticos, a través de un índice relativo a la proporción de material. El ensayo sirve para caracterizar los áridos que se utilizan para la construcción de carreteras. Cuanto mayor es el equivalente de arena, mejor la calidad del material. En el caso de los agregados para mezclas asfálticas el equivalente de arena debiera ser minimamente 50%, y de los ensayos realizados se obtuvo que el equivalente de arena es de 80%, aceptable.



*[Firma]*  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 306714



**ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS MTC E 214**

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN : CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

**1. Objetivo**

Determinar la durabilidad de Agregados. El índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.

**2. Resumen de método.**

La muestra de agregado grueso es agitada en un vaso mecánico de lavado, por un periodo de 10 min. El agua de lavado resultado, junto con los finos que pasan el tamiz 200, son unidos y mezclados en una solución de cloruro de calcio, y depositados en un cilindro plástico. Después de un tiempo de sedimentación de 20 minutos, se lee el nivel de la columna de sedimentación. La altura del valor de sedimentación es usada entonces para calcular el índice de durabilidad del agregado grueso (Dc). (MÉTODO A)

La muestra de agregado fino se ensaya según la norma de equivalente de arena, excepto por una modificación a la duración del tiempo de agitación. Se requiere el método de agitación mecánica y se usa un tiempo de agitación de 10min en vez de 45 segundos.

**3. Procedimiento.**

Para el caso de agregado grueso se obtuvieron muestras de:

Tamaño de agregado	Peso seco al horno (g.)
De 1/2" a 3/8"	550
De 3/8" a N°40	900
Total muestra (g.)	1450

Se calcula el Índice de durabilidad Dc

$$D_c = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.0059 H)$$

Dc= Índice de durabilidad

H= Altura de sedimentación, en mm.

Tabulando los valores en las tablas de la norma, se facilita el cálculo del Dc

Dc=	93.46
-----	-------

Para el caso del Agregado fino.

Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
1	Lectura de arena	91	mm.
	Lectura de arcilla	99	mm.

Ensayo	Descripción	Valor	Unidades
Df	Durabilidad de la arena	91.92	%

**4. Conclusiones**

Se obtuvo que los índices de durabilidad de ambos agregados superan el 90 %, lo cual significa que la durabilidad del agregado es adecuado para su uso en mezclas asfálticas para el diseño de carreteras.

  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com

**ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS MTC E 214**

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"  
 UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD  
 SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCÍA JIBAJA  
 TIPO MATERIAL: AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

**Tabla 1**  
Índice de durabilidad del agregado grueso  
( $D_c = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.0059 H)$ )<sup>(A)</sup>

Altura de sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>c</sub>	Altura de sedimento		D <sub>c</sub>
Pulg.	Mm		Pulg.	Mm		Pulg.	Mm		Pulg.	Mm		Pulg.	Mm	
0,0	0,0	100	3,0	76,2	53	6,0	152,4	39	9,0	228,6	29	12,0	304,8	18
0,1	2,5	96	3,1	78,7	52	6,1	154,9	38	9,1	231,1	29	12,1	307,0	18
0,2	5,1	93	3,2	81,3	52	6,2	157,5	38	9,2	233,7	28	12,2	309,9	18
0,3	7,6	90	3,3	83,8	51	6,3	160,0	38	9,3	236,2	28	12,3	312,4	17
0,4	10,2	87	3,4	86,4	51	6,4	162,6	37	9,4	238,8	28	12,4	315,0	17
0,5	12,7	85	3,5	88,4	50	6,5	165,1	37	9,5	241,3	27	12,5	317,5	16
0,6	15,2	82	3,6	91,4	49	6,6	167,6	37	9,6	243,8	27	12,6	320,0	16
0,7	17,8	80	3,7	94,0	49	6,7	170,2	36	9,7	246,4	27	12,7	322,6	15
0,8	20,3	78	3,8	96,5	48	6,8	172,7	36	9,8	248,9	26	12,8	325,1	15
0,9	22,9	76	3,9	99,1	48	6,9	175,3	36	9,9	251,5	26	12,9	327,7	14
1,0	25,4	74	4,0	101,6	47	7,0	177,8	35	10,0	254,0	26	13,0	330,2	14
1,1	27,9	73	4,1	104,1	47	7,1	180,3	35	10,1	256,5	25	13,1	332,7	13
1,2	30,5	71	4,2	106,7	46	7,2	182,9	35	10,2	259,1	25	13,2	335,3	13
1,3	33,0	70	4,3	109,2	46	7,3	185,4	34	10,3	261,6	25	13,3	337,8	12
1,4	35,6	68	4,4	111,8	45	7,4	188,0	34	10,4	264,2	24	13,4	340,4	12
1,5	38,1	67	4,5	114,3	45	7,5	190,5	34	10,5	266,7	24	13,5	342,9	11
1,6	40,6	66	4,6	116,8	44	7,6	193,0	33	10,6	269,2	24	13,6	345,4	11
1,7	43,2	65	4,7	119,4	44	7,7	195,6	33	10,7	271,8	23	13,7	348,0	10
1,8	45,7	63	4,8	121,9	43	7,8	198,1	33	10,8	274,3	23	13,8	350,5	9
1,9	48,3	62	4,9	124,5	43	7,9	200,7	32	10,9	276,9	23	13,9	353,1	9
2,0	50,8	61	5,0	127,0	43	8,0	203,2	32	11,0	279,4	22	14,0	355,6	8
2,1	55,4	60	5,1	129,5	42	8,1	205,7	32	11,1	281,9	22	14,1	358,1	7
2,2	55,9	59	5,2	132,1	42	8,2	208,3	31	11,2	284,5	22	14,2	360,7	7
2,3	58,9	59	5,3	134,6	41	8,3	210,8	31	11,3	287,0	21	14,3	363,2	6
2,4	61,0	58	5,4	137,2	41	8,4	213,4	31	11,4	289,6	21	14,4	365,8	5
2,5	63,5	57	5,5	139,7	40	8,5	215,9	30	11,5	292,1	20	14,5	368,3	4
2,6	66,0	56	5,6	142,2	40	8,6	218,4	30	11,6	294,6	20	14,6	370,8	4
2,7	68,0	55	5,7	144,8	40	8,7	221,0	30	11,7	297,2	20	14,7	373,4	3
2,8	71,1	54	5,8	147,3	39	8,8	223,5	29	11,8	299,7	19	14,8	375,9	2
2,9	73,7	54	5,9	149,9	39	8,9	226,1	29	11,9	302,3	19	14,9	378,5	1
												15,0	381,0	0

Se obtuvo de lectura de sedimentación un valor H = 4.7 mm.

Realizaremos la interpolación del D<sub>c</sub>:

H	D <sub>c</sub>
2.5	96
4.7	D <sub>c</sub> x
5.1	93

D<sub>c</sub> = 93.46



*Edwin Vasquez Hurtado*  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 305714



## ENSAYO PARA DETERMINAR SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES MTC E219

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

### 1. Objetivo

Establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases mezclas bituminosas. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

### 2. Procedimiento de desarrollo de los ensayos.

#### ENSAYO DE DESTILACION EN AGREGADO GRUESO

ENSAYO N°	1	2
PIREX N°	A-2	A - 3
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	50mL	50mL
2.- PESO PIREX + SOLUCION	57.58	67.24
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	29.63	30.44
4.- PESO PIREX	29.62	30.43
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	0.01	0.01
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	27.95	36.8
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.036	0.027
PROMEDIO %	0.031	

#### ENSAYO DE DESTILACION EN AGREGADO FINO

ENSAYO N°	1	2
PIREX N°	A-4	A-1
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	50mL	50mL
2.- PESO PIREX + SOLUCION	62.14	69.2
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	30.04	30.39
4.- PESO PIREX	30.00	30.35
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	0.043	0.04
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	32.097	38.81
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.134	0.103
PROMEDIO %	0.119	

### 3. Observaciones

Se determinaron porcentajes bajos de sales solubles en los agregados pétreos, de tal manera no existirían influencia o reacción negativa por sales solubles.



*Edwin Vasquez Hurtado*  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 305714

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209**

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"  
 UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD  
 SOLICITANTE: DARWIN EAR GARCIA JIBAJA  
 TIPO MATERIAL: AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

**1. Objetivo**

Describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia a la desintegración de los agregados, por la acción de soluciones saturadas de sulfato de magnesio o sodio.  
 Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en las condiciones climáticas de la obra.

**2. Preparación de las muestras en Agregados gruesos**

Tamices mm	Tamices (pulg.)	%	Peso (g.)
<b>Compuesto de material</b>			
De 4.75 mm. a 9.5 mm.	(N° 04 a 3/8")		300 ± 5
De 9.5 mm. a 19.0 mm.	(3/8" a 3/4")		1000 ± 10
<b>Compuesto de material</b>			
De 9.5 mm a 12.5 mm.	(3/8" a 1/2")	33%	330 ± 5
De 12.5 mm. a 19 mm.	(1/2" a 3/4")	67%	670 ± 10
De 19.0 mm. a 37.5 mm.	(3/4" a 1 1/2")		5000 ± 300
<b>Compuesto de material</b>			
De 19.00 mm a 25.0 mm.	(3/4" a 1")	33%	500 ± 30
De 25.0 mm. a 37.5 mm.	(1" a 1 1/2")	67%	1000 ± 50
De 37.5 mm. a 63 mm.	(1 1/2" a 2 1/2")		5000 ± 300
<b>Compuesto de material</b>			
De 37.5 mm. a 50 mm.	(1 1/2" a 2")	40%	2000 ± 200
De 50 mm. a 63 mm.	(2" a 2 1/2")	60%	3000 ± 300
Tamices mayores obtenidos en			
Incrementos d 25mm (1")			7000 ± 1000

Para nuestro caso de muestreo nos encontramos en la condición del primer compuesto mineras para lo cual se usarán 1300 gramos de muestra del agregado grueso lavado y secado hasta peso constante.

**3. Resultados de los ensayos**

Tamices	Gradación original de muestra %	Peso de la fracción ensayada (g.)	Peso retenido después del ensayo (g.)	Pérdida total (%)	Pérdida Corregida (%)	N° de Partículas
1/2"	39.4	517	510	1.35	0.53	-
3/8"	27.5	356	349	1.97	0.54	-
N°04	33.1	432	420	2.78	0.92	-
	100	1305	1279		1.99	-

(Para gradaciones con material menor a 3/4", no se debe contar le numero de partículas)

**4. Observaciones**

Del ensayo realizado se puede indicar que el agregado grueso presenta una pérdida de 1.99% con ello, se puede indicar que el agregado tiene resistencia a sulfatos de magnesio, por lo que se recomienda su uso en diseños de concreto o mezclas asfálticas.



*Edwin Vasquez Hurtado*  
 EDWIN VASQUEZ HURTADO  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 305714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara Nº 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com



ENSAYO PARA DETERMINAR LA ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO MTC E222	
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"
UBICACIÓN :	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD
SOLICITANTE:	DARUIN EAR GARCIA JIBAJA
TIPO MATERIAL:	AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS
<b>1. Objetivo</b>	
Determinar mediante el cálculo de vacíos de aire y la angularidad de los agregados finos, la cual se correlaciona con la resistencia al ahuellamiento. Se define como angularidad del agregado fino el porcentaje de vacíos con aire presente en las partículas menores de 2.36mm., levemente compactados.	
<b>2. Procedimiento</b>	
Se debe calcular la gravedad específica del material	
Grav. Específica	2.67 Gsb
Absorción	1.01
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	1,013.2
Peso de la fiola + agua (gr)	705.8
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	500.0
Peso de la muestra seca (gr)	495.0
Se calcula mediante la siguiente expresión: Con una muestra de material pasante de malla N°08 y lo retenido en malla N°200.	
$\frac{v - \frac{W}{Gsb}}{v} \times 100 = \text{Angularidad del agregado fino}$	
W=	753.6 gr.
Gsb=	2.67
V=	500 cm3
Angularidad de Af.=	43.4
<b>3. Conclusiones</b>	
Según la MTC E222, mínimamente los valores de angularidad del agregado fino debe ser de 40%, es por ello que nuestro agregado satisface las condiciones minimas indicadas por la normativa.	



*[Firma]*  
EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA ADHERENCIA DEL BITUMEN-AGREGADO MTC E 519</b>				
TESIS:	<u>"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"</u>			
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>			
SOLICITANTE:	<u>DARUIN EAR GARCIA JIBAJA</u>			
TIPO MATERIAL:	<u>AGREGADO GRUESO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS</u>			
<b>1. Objetivo</b>				
Determinación del grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa, basándose en el porcentaje de partículas de agregado grueso que quedan completamente recubiertas por el ligamento bituminoso. La determinación de este porcentaje para varios tiempos de mezclado puede ser usado para establecer el tiempo de mezclado mínimo requerido para producir un cubrimiento satisfactorio del agregado para un conjunto de condiciones.				
<b>2. Procedimiento</b>				
<p>*En caliente se debe tamizar por el tamiz N°04 muestra suficiente para que queden retenidas 200 a 500 partículas retenidas en el tamiz.</p> <p>* Se extiende las partículas sobre una superficie limpia y se comienza a contar.</p> <p>* Se examina cada partícula. Aun si se nota una pequeña area de piedra no recubierta se clasificará como parcialmente reubierta. Solo si está totalmente reubierta del ligante, se clasificara como completamente recubierta.</p>				
$\text{Adherencia o \% de partículas recubiertas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Partículas recubiertas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de partículas}}$				
En total se evaluaron un total de: 293 partículas				
Clasificadas como completamente recubiertas se tuvieron: 287 partículas.				
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">98.0</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> </table>		Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=	98.0	%
Adherencia o Porcentaje de partículas recubiertas=	98.0	%		
<b>Observaciones</b>				
Se obtuvo que la adherencia del agregado grueso al cemento asfaltico es buena, por lo que el agregado es adecuado para su uso en el diseño de mezclas asfálticas.				



  
**EDWIN VÁSQUEZ HURTADO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 305714



## ENSAYO PARA DETERMINAR LA ADHERENCIA DEL BITUMEN-AGREGADO MTC E 519

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

UBICACIÓN: CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA

TIPO MATERIAL: AGREGADO FINO PARA USO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

### 1. Objetivo

Tiene como objetivo identificar la cantidad de arcillas y materia orgánica de una muestra que pasa tamiz N°200 a partir de su valor de azul de metileno.

### 2. Resumen

El ensayo de azul de metileno es una técnica útil que permite identificar la cantidad de material nocivo como arcilla y materia orgánica presentes en una muestra que logre pasar el tamiz N°200, esto es de vital importancia ya que el material arcilloso y orgánico presentes define de forma relevante el comportamiento mecánico del fino y por ello se hace necesario poder caracterizarla mediante este tipo de ensayos.

### 3. Procedimiento y cálculos

\* Se introduce solución (5ml) y se va revolviendo por un minuto, se toma una gota de la suspensión y se coloca en papel filtro. Se repite el procedimiento para distintos periodos de tiempo.

Se determina el valor de Azul de metileno mediante la siguiente ecuación:

$$VA = \frac{V1}{M1} \times 10$$

VA= Valor de azul de metileno

V1 Volumen total de la solución añadida 10 ml


M1 Masa de la muestra de ensayo 30 g.

VA= 3.33 g/kg

### 4. Interpretación

El resultado es un valor favorable, ya que la tolerancia permisible de la norma es de 10 g/kg, con esto se puede indicar que la fracción fina del agregado no representa un peligro potencial debido a que tiene un muy bajo porcentaje de agentes nocivos o material orgánico que pueda afectar mecánicamente al material, y se puede emplear en el diseño de mezclas asfálticas.



  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 306714

990859993 / 971318314

Av. Salvador Lara N° 1331 - Los Jardines

corporación.aj.sac@gmail.com



PROYECTO: TESIS  
"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

TESISTA: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA  
INGENIERO RESPONSABLE:

CANTERA EL MILAGRO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

Cantera : Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 50 % + Cantera El Milagro (Arena gruesa) 50 %  
(Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70)

FECHA: ABR 2023



N°	ESPECIMEN N°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	% de Cemento Asfáltico en peso de la mezcla		4.5			5.0			5.5			6.0	
2	% de Agregado Grueso en peso de la mezcla		50.000			50.000			50.000			50.000	
3	% de Agregado Fino 01 en peso de la mezcla		50.000			50.000			50.000			50.000	
4	% de Agregado Fino 02 en peso de la mezcla		-			-			-			-	
5	Peso Específico del Cemento Asfáltico - aparente		1.010			1.010			1.010			1.010	
6	Peso Específico Agregado Grueso - bulk		2.657			2.657			2.657			2.657	
7	Peso Específico Agregado fino - bulk		2.664			2.664			2.664			2.664	
8	Peso Específico Filler - aparente		-			-			-			-	
8a	Altura del Especimen 01 (mm)	66.0	64.2	66.5	63.5	64.0	64.8	62.1	62.0	62.1	64.0	63.0	63.0
8b	Altura del Especimen 02 (mm)	66.1	64.0	66.4	64.9	63.5	64.2	62.5	63.0	62.5	62.5	62.5	63.1
8c	Altura del Especimen 03 (mm)	66.0	64.2	66.3	64.4	64.0	64.6	63.0	62.5	63.5	63.0	63.5	63.5
8d	Altura del Especimen 04 (mm)	66.5	64.1	66.5	63.0	63.5	64.5	64.0	62.1	63.0	63.5	63.5	63.5
8 Prom	Altura promedio (MTC 507 - 2000) (mm)	66.2	64.1	66.4	64.0	63.8	64.5	62.9	62.4	62.8	63.3	63.1	63.3
9	Peso del Especimen en el aire (gr)	1183	1185	1180	1192	1189	1195	1195	1199	1193	1209	1208	1202
9a	Peso del Especimen Saturado Superficialmente Seca en aire (gr)	1189	1193	1189	1203	1200	1206	1202	1208	1201	1214	1211	1217
9b	Agua absorbida	6.1	8.1	8.6	10.6	11.1	10.5	6.8	9.3	8.1	5.1	3.3	14.6
10	Peso de la Especimen Saturado Superficialmente Seca en agua (gr)	665	668	662	678	676	679	687	689	682	696	694	698
11	Volumen del Especimen por desplazamiento (9 - 10)	518.0	517.0	518.0	514.0	513.0	516.0	508.0	510.0	511.0	513.0	514.0	504.0
12	Peso Específico bulk de la Especimen (MTC E 514 - 2000) (9 / 11)	2.284	2.292	2.278	2.319	2.318	2.316	2.352	2.351	2.335	2.357	2.350	2.385
13	Peso Específico Máximo ASTM D-2041		2.410			2.410			2.410			2.410	
14	% de Vacios	$\frac{100 * (13 - 12)}{13}$	5.24	4.89	5.48	3.77	3.83	3.90	2.39	2.45	3.13	2.21	2.48
15	Peso Específico Bulk del Agregado total	$\frac{(2+3+4)}{(2/6+3/7+4/8)}$	2.660			2.660			2.660			2.660	
16	VMA	$\frac{100 - (2+3+4) * 12}{15}$	14.16	13.85	14.38	12.83	12.88	12.95	11.58	11.63	12.25	11.42	11.66
17	% de Vacios Llenados con C.A. (MTC E 505 - 2000)	$\frac{100 * (16 - 14)}{16}$	63.01	64.66	61.9013	70.6	70.28	69.85	79.35	78.95	74.47	80.64	78.72
18	Peso Específico del Agregado total	$\frac{(2+3+4)}{(100/13 - 1/5)}$	2.821			2.873			2.927			2.981	
19	Asfalto Absorbido por el Agregado total (MTC E 511 - 2000)	$\frac{100 * 5 * (18 - 15)}{18 * 15}$	2.17			2.81			3.45			4.09	
20	% de Asfalto Efectivo	$\frac{1 - 19 * (2+3+4)}{100}$	2.33			2.19			2.05			1.91	
21	Flujo (mm)	1.25	1.20	1.15	1.32	1.50	1.28	1.88	1.90	2.05	2.45	2.32	2.29
22	Lectura del Dial	245	236	248	345	366	372	356	348	354	282	277	283
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1097	1058	1109.79	1531	1622	1648	1579	1544	1570	1257	1236	1262
24	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	Estabilidad Corregida: (22*23) (Kg)	22 * 23	1097	1058	1109.79	1531	1622	1648	1579	1544	1570	1257	1236
25	Relación Estabilidad / flujo: 10 * 24/21) (kg/cm.)	$\frac{10 * 24}{21}$	8774	8814	9650.33	11599	10815	12878	8398	8127	7659	5132	5326

EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305734



PROYECTO: TESIS

\*PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO\*

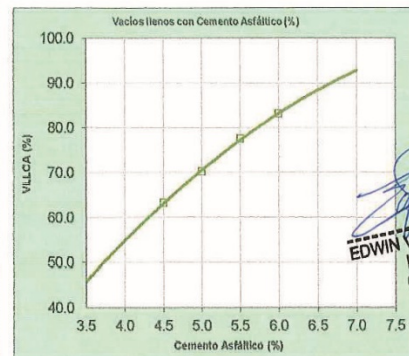
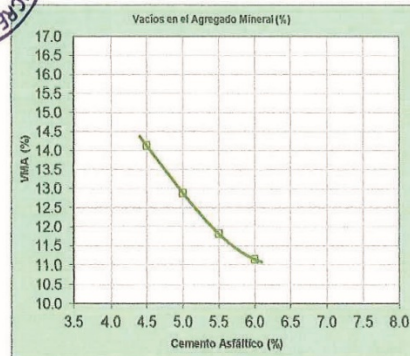
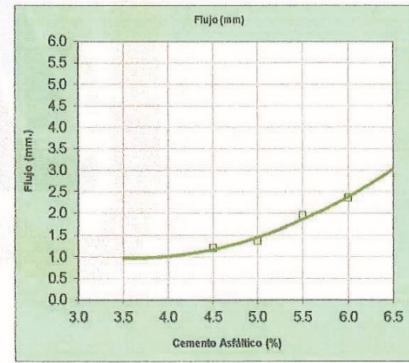
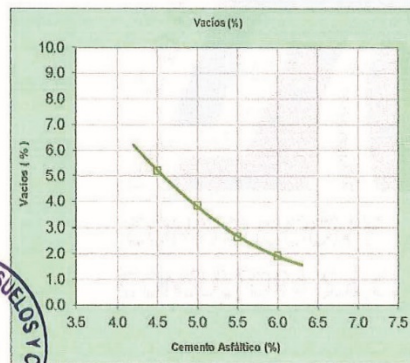
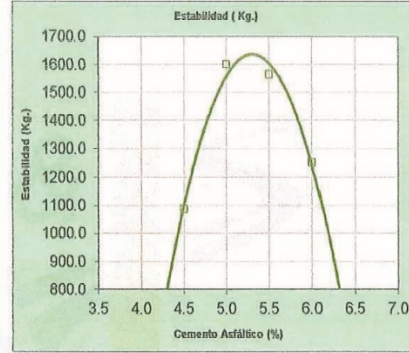
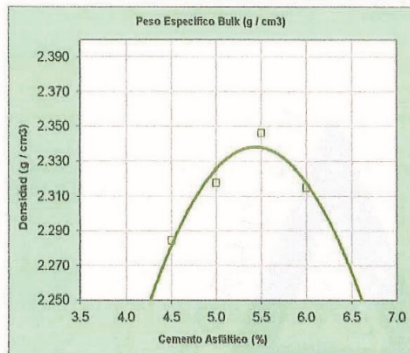
TESISTA: DARWIN EAR GARCIA JIABA  
INGENIERO RESPONSABLE:  
CANTERA EL MILAGRO

FORMULA: : Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 50 % + Cantera El Milagro (Arenas) 50 %  
(Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70)

FECHA: Abril - 2023

RESULTADOS ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

		4.5	5.0	5.5	6.0
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla				
2	Agregado Grueso en peso de la mezcla	%	50.00	50.00	50.00
3	Agregado Fino 01 en peso de la mezcla	%	50.00	50.00	50.00
4	Altura Promedio	(mm)	65.57	64.08	62.69
5	Peso específico bulk del Especimen	(g / cm <sup>3</sup> )	2.285	2.318	2.346
6	Vacios	%	5.2	3.8	2.7
7	VMA	%	14.1	12.9	11.8
8	Vacios Llenados con C.A.	%	63.2	70.2	77.6
9	Flujo	(mm)	1.2	1.4	1.9
10	Estabilidad Corregida	(Kg)	1088.1	1600.6	1564.3



EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 305714



PROYECTO: TESIS		TESISTA: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA												
"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"		INGENIERO RESPONSABLE:												
		CANTERA EL MILAGRO												
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559														
: Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 50 % + Cantera El Milagro (Arena gruesa) 50 % + Asfalto al 5% y adiciones de vidrio		FECHA: Abr - 2023												
Cantera (Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70)														
N°	ESPECIMEN N°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	% de Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	5.0		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0		
2	% de Agregado Grueso en peso de la mezcla	50.000		50.000		50.000		50.000		50.000		50.000		
3	% de Agregado Fino 01 en peso de la mezcla	50.000		50.000		50.000		50.000		50.000		50.000		
4	% de Agregado Fino 02 en peso de la mezcla	-		-		-		-		-		-		
5	Peso Específico del Cemento Asfáltico - aparente	1.010		1.010		1.010		1.010		1.010		1.010		
6	Peso Específico Agregado Grueso - bulk	2.657		2.657		2.657		2.657		2.657		2.657		
7	Peso Específico Agregado fino - bulk	2.664		2.664		2.664		2.664		2.664		2.664		
8	Peso Específico Filler - aparente	-		-		-		-		-		-		
8a	Altura del Especimen 01 (mm)	63.5	64.0	64.8	63.5	64.0	64.8	62.1	62.0	62.1	64.0	63.0	63.0	
8b	Altura del Especimen 02 (mm)	64.9	63.5	64.2	64.9	63.5	64.2	62.5	63.0	62.5	62.5	62.5	63.1	
8c	Altura del Especimen 03 (mm)	64.4	64.0	64.6	64.4	64.0	64.6	63.0	62.5	63.5	63.0	63.5	63.5	
8d	Altura del Especimen 04 (mm)	63.0	63.5	64.5	63.0	63.5	64.5	64.0	62.1	63.0	63.5	63.5	63.5	
8 Prom	Altura promedio (MTC 507 - 2000) (mm)	64.0	63.8	64.5	64.0	63.8	64.5	62.9	62.4	62.8	63.3	63.1	63.3	
9	Peso del Especimen en el aire (gr)	1196	1191	1196	1192	1189	1190	1185	1179	1183	1178	1175	1172	
9a	Peso del Especimen Saturado Superficialmente Seca en aire (gr)	1205	1200	1207	1205	1199	1202	1200	1195	1197	1195	1193	1192	
9b	Agua absorbida	8.6	9.4	10.5	13.0	10.0	11.5	15.1	16.3	14.1	17.1	18.3	19.6	
10	Peso de la Especimen Saturado Superficialmente Seca en agua (gr)	683	679	685	668	670	669	655	649	652	641	638	635	
11	Volumen del Especimen por desplazamiento	(9 - 10)	513.0	512.0	511.0	524.0	519.0	521.0	530.0	530.0	531.0	537.0	537.0	
12	Peso Específico bulk de la Especimen (MTC E 514 - 2000)	(9 / 11)	2.331	2.326	2.341	2.275	2.291	2.284	2.236	2.225	2.228	2.194	2.188	
13	Peso Específico Máximo ASTM D-2041		2.410		2.410		2.410		2.410		2.410		2.410	
14	% de Vacíos	$\frac{100 * (13 - 12)}{13}$	3.26	3.48	2.88	5.61	4.94	5.23	7.23	7.70	7.56	8.98	9.21	
15	Peso Específico Bulk del Agregado total	$\frac{(2+3+4)}{(2/6+3/7+4/8)}$	2.660		2.660		2.660		2.660		2.660		2.660	
16	VMA	$\frac{100 - (2+3+4) * 12}{15}$	12.37	12.57	12.03	14.50	13.89	14.15	15.96	16.39	16.26	17.55	17.76	
17	% de Vacíos Llenados con C.A. (MTC E 505 - 2000)	$\frac{100 * (16 - 14)}{16}$	73.63	72.32	76.026	61.3	64.44	63.07	54.73	53.04	53.53	48.84	48.14	
18	Peso Específico del Agregado total	$\frac{(2+3+4)}{(100 / 13 - 1 / 5)}$	2.873		2.873		2.873		2.873		2.873		2.873	
19	Asfalto Absorbido por el Agregado total (MTC E 511 - 2000)	$\frac{100 * 5 * (18 - 15)}{18 * 15}$	2.81		2.81		2.81		2.81		2.81		2.81	
20	% de Asfalto Efectivo	$\frac{1 - 19 * (2+3+4)}{100}$	2.19		2.19		2.19		2.19		2.19		2.19	
21	Flujo (mm)		1.32	1.43	1.34	1.26	1.35	1.38	1.16	1.20	1.15	1.04	1.00	
22	Lectura del Dial		375	366	372	405	417	413	356	348	354	322	327	
23	Estabilidad sin corregir (Kg)		1661	1622	1648.4	1792	1844	1827	1579	1544	1570	1431	1453	
23	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
24	Estabilidad Corregida: (22*23) (Kg)	22 * 23	1661	1622	1648.4	1792	1844	1827	1579	1544	1570	1431	1453	
25	Relación Estabilidad / flujo: 10 * 24/21) (kg/cm.)	$\frac{10 * 24}{21}$	12587	11345	12301	14221	13660	13237	13611	12867	13653	13760	14528	



corporación.aj.sac@gmail.com

Av. Salvador Lara No 1331 - Los Jardines

99085993 / 99081831

EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP No 305714

CORPORACIÓN A&J  
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C



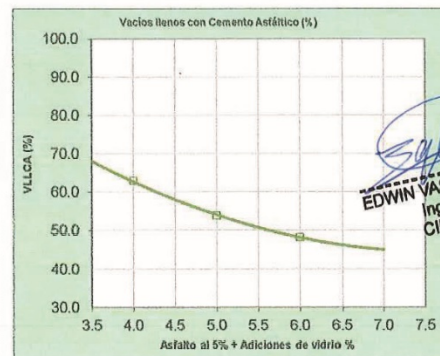
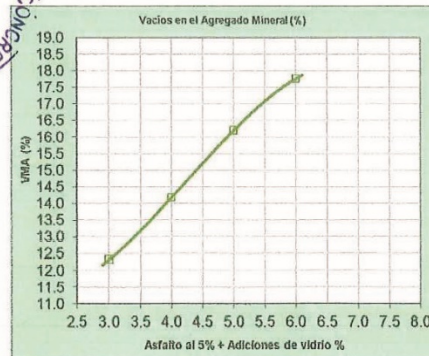
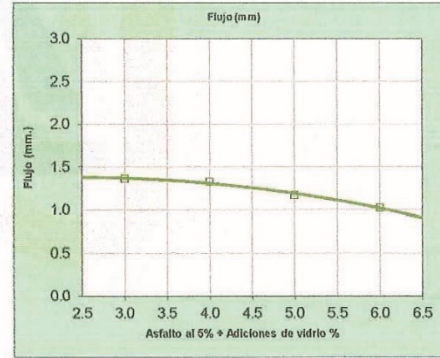
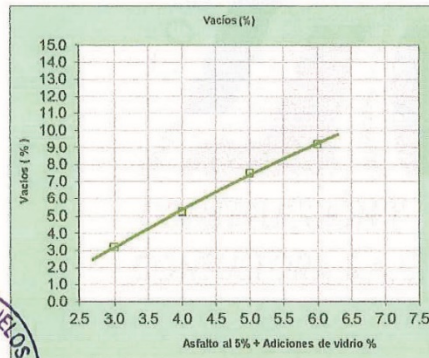
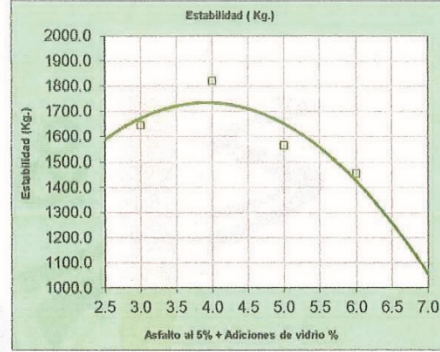
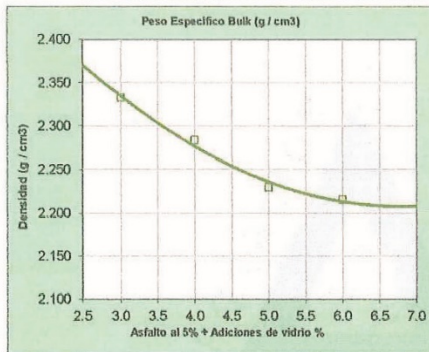
PROYECTO: TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"

TESISTA: DARUIN EAR GARCIA JIBAJA  
INGENIERO RESPONSABLE: EL MILAGRO

FORMULA: : Cantera El Milagro (Piedra Triturada) 60 % + Cantera El Milagro (Arena) 50 %+ Asfalto al 5% y adiciones de vidrio (Diseño Tentativo, Asfalto semisólido, Pen 60 - 70) FECHA: Abril - 2023

RESULTADOS ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

		3.0	4.0	5.0	6.0
1	Cemento Asfáltico AL 5% y adiciones de asfalto de :				
2	Agregado Grueso en peso de la mezcla	%	50.00	50.00	50.00
3	Agregado Fino 01 en peso de la mezcla	%	50.00	50.00	50.00
4	Altura Promedio	(mm)	64.08	64.08	62.69
5	Peso específico bulk del Especimen	(g / cm3)	2.333	2.283	2.229
6	Vacios	%	3.2	5.3	7.5
7	VMA	%	12.3	14.2	16.2
8	Vacios Llenados con C.A.	%	74.0	62.9	53.8
9	Flujo	(mm)	1.4	1.3	1.2
10	Estabilidad Corregida	(Kg)	1644.0	1820.9	1564.3



*Edwin Vasquez Hurtado*  
EDWIN VASQUEZ HURTADO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 405714



990859993 / 971318314



Av. Salvador Lara N° 1331 – Los Jardines



corporación.aj.sac@gmail.com

## CONTROL DE CEMENTOS ASFALTICOS

PROYECTO: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO"  
 TESISTA: DARWIN EAR GARCIA JIBAJA  
 LUGAR: TRUJILLO, LA LIBERTAD  
 PROCEDENCIA: CANTERA EL MILAGRO      FECHA: Abr-23  
 MUESTRA: PEN (60/70)  
 LUGAR DE EXTRACCION: MUESTRA DE LABORATORIO

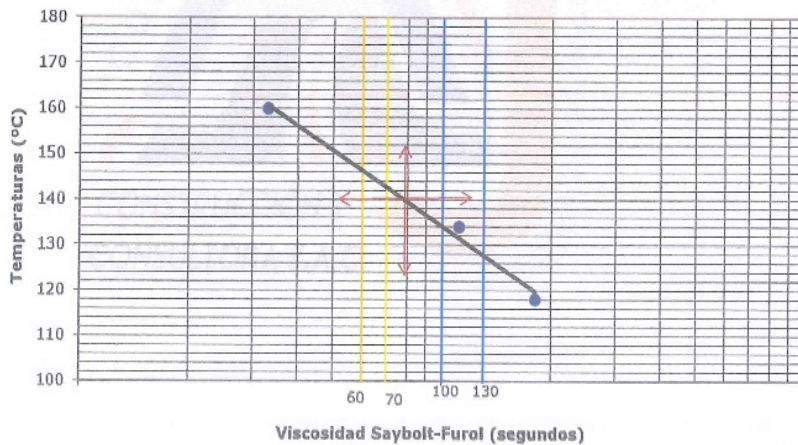
### ENSAYO DE PENETRACION

Temperatura de Ensayo	25° C		
Prueba N°	1	2	3
Penetración Parcial	65	63	67
<b>Penetración Promedio</b>	<b>65</b>		

### ENSAYO DE VISCOSIDAD SAYBOLT - FUROL

Ensayo N°	1		2		3	
Prueba N°	A	B	A	B	A	B
Temperatura de Ensayo (° C)	118		134		160	
Viscosidad Individual(segundos)	170	191	110	112	34	32
Viscosidad Promedio(segundos)	181		111		33	

### GRAFICO RELACION TEMPERATURA vs VISCOCIDAD



	Mínima	Máxima	Promedio	ESPECIFICACIONES
TEMPERATURA DE MEZCLA PLANTA	142	146	151	60a 70 seg
TEMPERATURA DE COMPACTACION	126	134	140	100 a 130 Seg



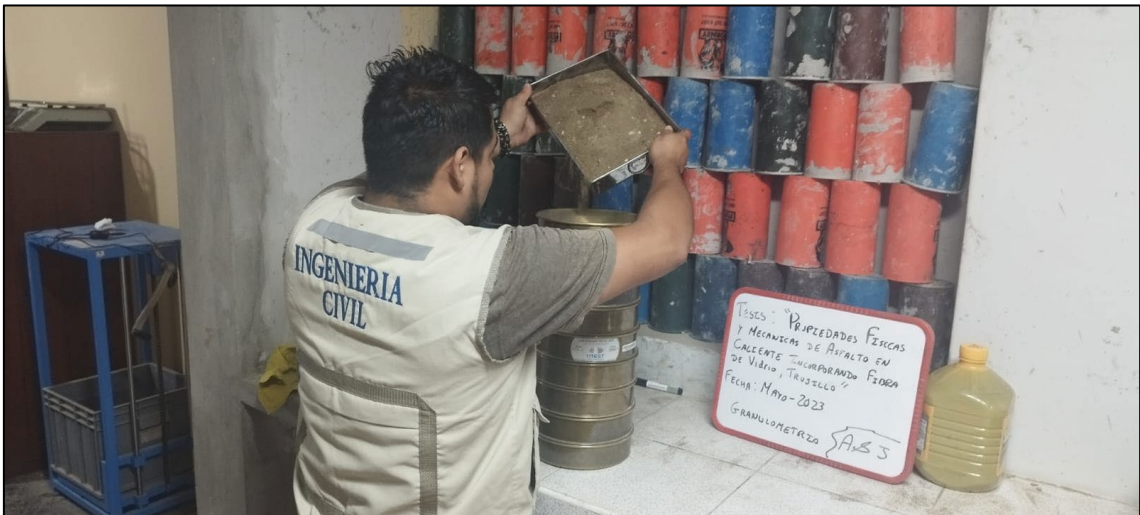
*[Firma]*  
 EDWIN VÁSQUEZ HURTADO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 305714

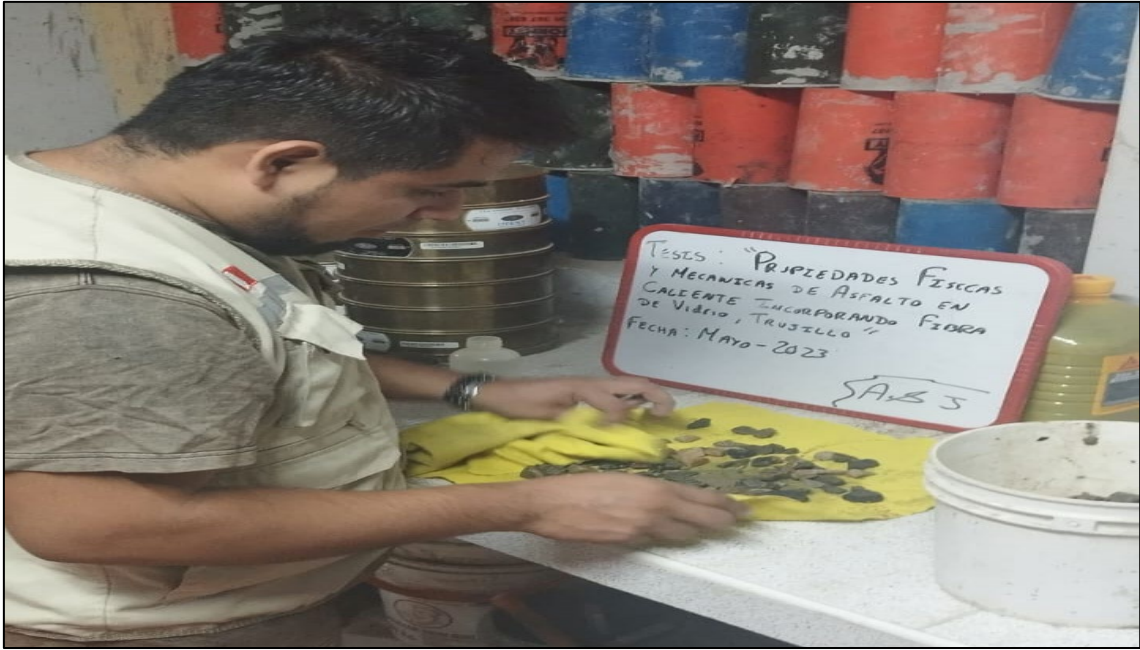


## Anexo N° 8: Panel Fotográfico

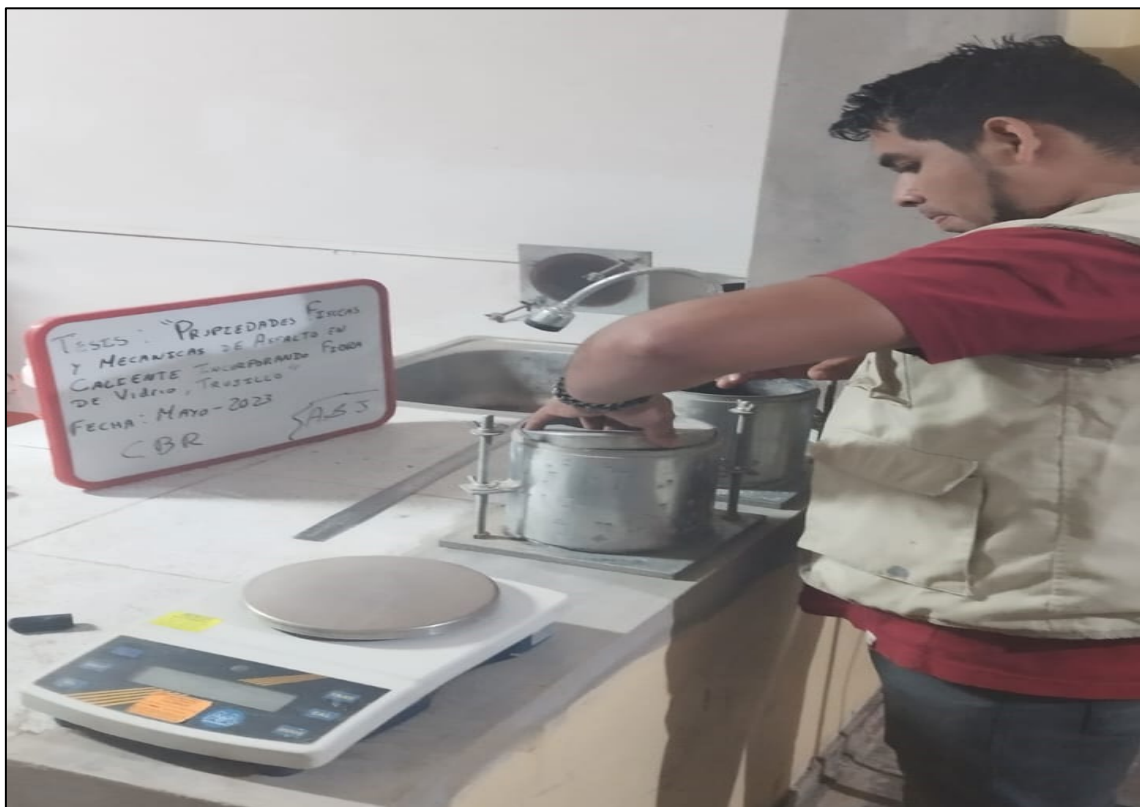




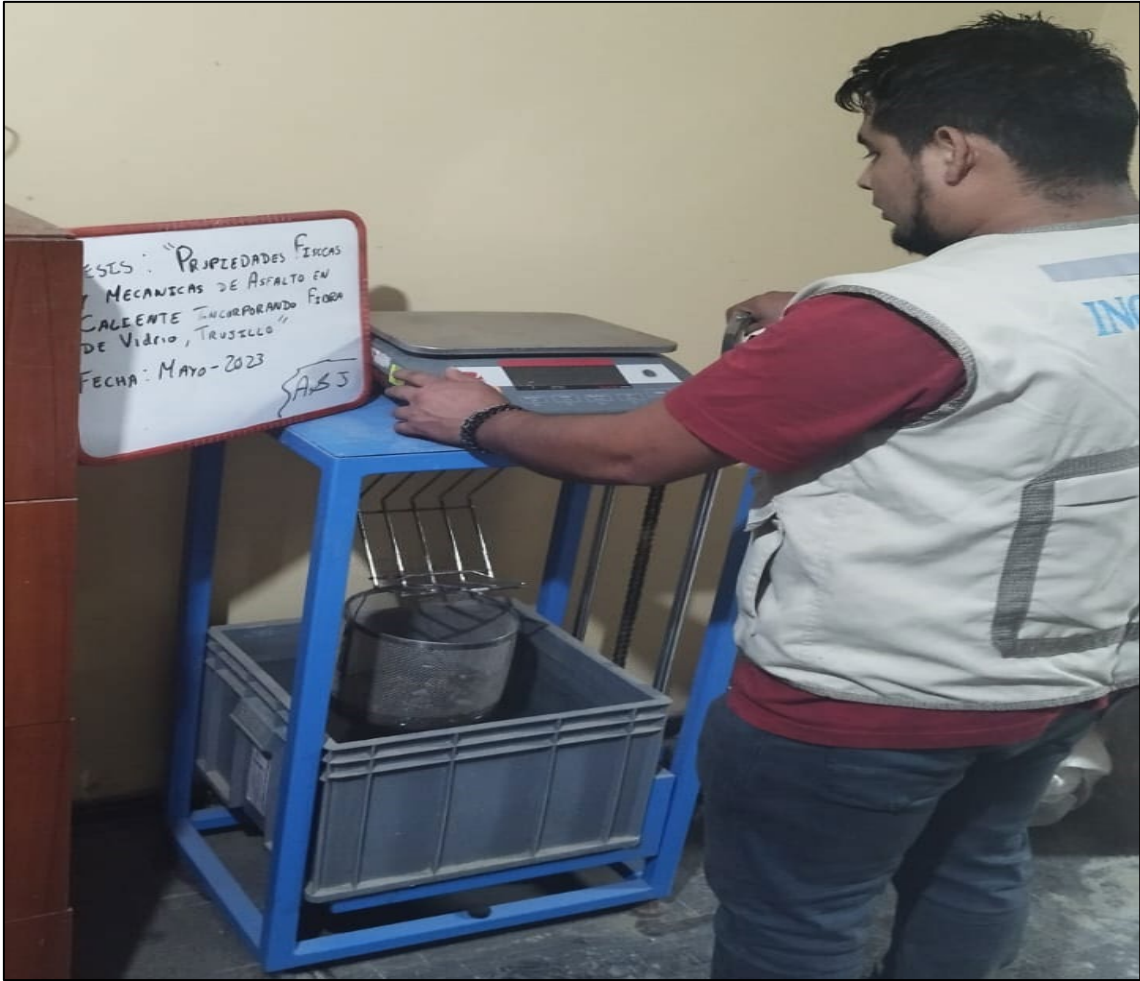














**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CERNA VASQUEZ MARCO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN MEZCLAS DE ASFALTO EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRA DE VIDRIO, TRUJILLO", cuyo autor es GARCIA JIBAJA DARUIN EAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 24 de Junio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CERNA VASQUEZ MARCO ANTONIO <b>DNI:</b> 43478519 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8259-5444	Firmado electrónicamente por: MCERNAV el 02-07- 2023 09:11:28

Código documento Trilce: TRI - 0549291