



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Ponce Quispe, Abelardo Jersson (ORCID: 0000-0001-6185-1982)

**ASESOR:**

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID 0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada de todo corazón a toda mi familia:

A mi padre Leoncio Hermogenes Ponce Pancca, por los valores y educación que me brindo, y forjarme como la persona que soy ahora; cumplí bastantes logros gracias a sus principios y reglas y que me impulso constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi madre Mercedes Quispe Machaca, que sin su apoyo no lo habría podido lograr, su bendición a diario, durante toda mi vida me protegió y me llevo por el camino del bien, por eso esta tesis te doy como ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

A mi hermana Yamile Yasmin Ponce Quispe, por la ayuda que me dio en cada día del año de toda mi vida universitaria.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y permitirme ser parte de su orgullo.

### **Agradecimiento**

A Dios, por acompañarme en el camino correcto para poder realizar mis metas propuestas, tener fuerza, tener fe, y la tranquilidad en cada momento, brindarme la salud y el valor en el camino de la vida.

A todos mis familiares y personas allegadas, por darme su apoyo incondicional en toda mi vida profesional.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección, validez y confiabilidad.....	23
3.5. Procedimientos .....	24
3.6. Métodos de análisis de datos.....	38
3.7. Aspectos éticos .....	38
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1. Descripción de la zona de estudio .....	40
4.2. Análisis de resultados. ....	42
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>66</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de fibras.....	14
Tabla 2: Las propiedades mecánicas de la fibra de vidrio.....	14
Tabla 3: Tipos de fibra de vidrio y características. ....	15
Tabla 4: Operacionalización de variables.....	22
Tabla 5: Pesos de los materiales. ....	28
Tabla 6: Porcentaje de fibras de vidrio.....	32
Tabla 7: Limitaciones del distrito de juliaca. ....	41
Tabla 8: Resultados del análisis granulométrico de la piedra chancada de ½”...	43
Tabla 9: Resultados del análisis granulométrico de la arena chancada.....	44
Tabla 10: Resultados del análisis granulométrico de la arena zarandeada natural. .....	45
Tabla 11: Resultados del análisis granulométrico de filer. ....	46
Tabla 12: Resultados de análisis granulométrico mezclas de agregados – teórico. .....	47
Tabla 13: Resultados del análisis granulométrico mezclas de agregados. ....	48
Tabla 14: Partículas chatas y alargadas. ....	49
Tabla 15: 1 cara fracturada de partículas.....	50
Tabla 16: 2 caras fracturadas de partículas. ....	50
Tabla 17: Resultado de gravedad específica y absorción del agregado grueso. .	51
Tabla 18: Resultado de gravedad específica y absorción del agregado fino chancada.....	52
Tabla 19: Resultado de gravedad específica y absorción del agregado fino chancada.....	53
Tabla 20: Limite plástico de la arena chancada de 3/8” .....	55

Tabla 21: Resumen del ensayo de equivalente de arena. ....	57
Tabla 22: Resultado del ensayo de desgaste de abrasión.....	58
Tabla 23: Resumen de ensayo de durabilidad de agregados. ....	59
Tabla 24: Resumen de ensayo marshall de asfalto convencional.....	60
Tabla 25: Cuadro al 0% de fibra de vidrio. ....	60
Tabla 26: Cuadro al 1% de fibra de vidrio. ....	61
Tabla 27: Cuadro al 3% de fibra de vidrio. ....	62
Tabla 28: Cuadro al 5% de fibra de vidrio. ....	62
Tabla 29: Resumen de diseño de mezclas asfálticas con fibras de vidrio.....	65
Tabla 30: Resultados de la densidad de la carpeta asfáltica en caliente. ....	65

## Índice de figuras

Figura 1: Estructura del pavimento flexible.....	12
Figura 2: Fibra de vidrio.....	13
Figura 3: Mezcla asfáltica.....	16
Figura 4: Vía deteriorada en el centro de la ciudad de Juliaca.....	25
Figura 5: Vía en mal estado en Juliaca. ....	25
Figura 6: Agregados.....	26
Figura 7: Ensayo de análisis granulométrico.....	27
Figura 8: Granulometría de los agregados fino natural, fino chancado y grueso chancado.....	27
Figura 9: Pesaje del agregado fino natural.....	28
Figura 10: Pesaje del agregado fino chancado. ....	28
Figura 11: Pesaje del agregado fino chancado. ....	29
Figura 12: Pesaje del cemento asfáltico (cal).....	29
Figura 13: Mezcla de la muestra. ....	30
Figura 14: Aplicación del pen. ....	30
Figura 15: Combinación de la muestra con pen.....	31
Figura 16: Muestra homogénea con pen, con temperatura a 140 °c.....	31
Figura 17: Aplicación de la fibra de vidrio en el diseño de mezclas. ....	32
Figura 18: Muestra con aplicación de fibra de vidrio. ....	32
Figura 19: Colocación de la mezcla asfáltica en el molde.....	33
Figura 20: Compactación 75 golpes por cada cara del molde. ....	33
Figura 21: Extracción de las briquetas del molde Marshall. ....	34
Figura 22: Briquetas. ....	34
Figura 23: Peso específico.....	35

Figura 24: Baño maría.....	35
Figura 25: Briquetas puestos en baño maría.....	36
Figura 26: Prensa marshall. ....	36
Figura 27: Rotura de briquetas.....	36
Figura 28: Briquetas de acuerdo a su rotura. ....	37
Figura 29: Briquetas, rotura por prensa marshall. ....	37
Figura 30: Mapa político del Perú.....	37
Figura 31: mapa geográfico de la región Puno. ....	40
Figura 32: Mapa provincial de San Román. ....	41
Figura 33: Ubicación de las vías de Juliaca. ....	42
Figura 34: Análisis granulométrico piedra chancada 1/2".....	43
Figura 35: Análisis granulométrico arena chancada.....	44
Figura 36: Análisis granulométrico arena zarandeada natural. ....	45
Figura 37: Análisis granulométrico de filer. ....	46
Figura 38: Mezcla de agregados – teórico. ....	47
Figura 39: Mezcla de agregados.....	48
Figura 40: Límite líquido de la arena chancada. ....	54
Figura 41: Límite líquido de la arena zarandeada natural.....	54
Figura 42: Límite líquido de la arena chancada de 3/8".....	55
Figura 43: Límite líquido de la arena zarandeada.....	56
Figura 44: Gráfica de peso unitario. ....	63
Figura 45: Gráfica de estabilidad.....	64
Figura 46: Gráfica de flujo. ....	64

## Resumen

La investigación se desarrolló en el departamento de Puno, provincia de San Román, distrito de Juliaca, cuya investigación fue realizada con el fin de conocer la influencia de la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar los pavimentos flexibles, y ofrecer una solución a los problemas del asfalto y consecuentemente a la carpeta asfáltica. Esta investigación tiene como enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo – explicativo, tipo experimental y de diseño experimental.

En el diseño de la mezcla asfáltica en caliente se muestran mejoras para rehabilitar los pavimentos flexibles, donde se realizaron 8 briquetas, 2 sin adición de fibras y 6 con la adición de fibras de vidrio con los siguientes porcentajes de adición al 1%, 3% y 5%. Teniendo resultados positivos a la hora de comparar el asfalto modificado con el asfalto sin fibras de vidrio.

Con los resultados se puede concluir que el asfalto modificado con adición de fibras de vidrio muestra un mejor comportamiento de estabilidad y flujo mediante el ensayo Marshall, finalmente se puede decir que el valor óptimo aceptable para un diseño de mezcla asfáltica es de 3% de adición con fibras de vidrio.

**PALABRAS CLAVE:** Fibras de vidrio, mezcla asfáltica, pavimentos flexibles, estabilidad y flujo.

## **Abstract**

The investigation was developed in the department of Puno, province of San Román, district of Juliaca, whose investigation was carried out in order to know the influence of the application of fiberglass in the design of the hot mix asphalt to rehabilitate the pavements. flexible, and offer a solution to the problems of asphalt and consequently to the asphalt layer. This research has a quantitative approach, with a descriptive - explanatory level, experimental type and experimental design.

In the design of the hot asphalt mix, improvements are shown to rehabilitate the flexible pavements, where 8 briquettes were made, 2 without the addition of fibers and 6 with the addition of glass fibers with the following percentages of addition at 1%, 3% and 5%. Having positive results when comparing modified asphalt with asphalt without glass fibers.

Taking into account the results, it was possible to conclude that the modified asphalt with the addition of glass fibers shows a better stability and flow behavior through the Marshall test, finally it can be said that the optimal acceptable value for an asphalt mix design is 3% of addition with glass fibers.

**KEY WORDS:** Glass fibers, asphalt mix, flexible pavements, stability and flow.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## Realidad problemática

El medio ambiente ha influenciado en diversas investigaciones a nivel mundial referentes a la incorporación de materiales, por ello utilizaremos la fibra de vidrio el cual es un compuesto orgánico de filamentos, para la incorporación a la mezcla asfáltica.

El problema radical que existe en el Perú sobre la infraestructura vial, según Castillo y Chávarri, (2020) indica sobre el desconocimiento de la estructura asfáltica, en su diseño. De acuerdo a esto se observan en las diversas calles y carreteras de nuestro país fallas, deterioros muy tempranos en su periodo de vida útil, por cual en esta investigación busca rehabilitar los pavimentos flexibles con respecto a las altas temperaturas y a temperaturas menores no son demasiados viscosos o ligero. La fibra de vidrio debe de contener un tamaño reducido e incorporarlo en el asfalto. (p. 4) En Puno, la mayor parte de pavimentos son los pavimentos flexibles y en el cual se observan gran cantidad de fallas, que requieren un mantenimiento para la transitabilidad vial, que con estas propiedades del pavimento al paso del tiempo disminuyen su vida útil debido a los factores climáticos de altas temperaturas, altos niveles de tránsito o por la humedad, problemas de fatiga y deformación. Y en Juliaca, los pavimentos flexibles en su gran mayoría se observan deterioradas con diversos tipos de fallas, por cual genera la problemática de inundaciones y la pesima transitabilidad vehicular. Por cual se incorpora la fibra de vidrio en el diseño del asfalto, para rehabilitar la capa de rodadura. En mi investigación como **formulación del problema general**, tenemos: ¿Cómo influirá la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021? Y como **formulación de los problemas específicos** tenemos a: ¿Qué efectos se han producido en el contenido óptimo de la mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021?, ¿ Cuáles fueron los resultados referentes a los volúmenes de vacíos con la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021?, ¿ Cómo influirá la aplicación de fibra de vidrio en la densidad del diseño de la mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021?. Como **justificación teórica**, tenemos: La investigación de mezclas asfálticas



modificadas, estudia el comportamiento mecánico del asfalto convencional en base al asfalto modificado con fibras de vidrio, aplicando el método Marshall con el cual se puede determinar el porcentaje óptimo de fibra de vidrio, para tener una mayor estabilidad y flujo en la mezcla asfáltica, **justificación metodológica**, tenemos: Teniendo en cuenta las variables, dimensiones, e instrumentos, se basa que esta investigación es experimental por la manipulación de un incorporarte al diseño de mezcla asfáltica para generar un buen desempeño en su vida útil, **justificación académica**, tenemos: Esta investigación se considera en la evaluación de materiales adicionales para la producción de mezcla asfáltica que brindan ventajas de carácter ambiental, como la disminución de los volúmenes en los agregados requeridos, **justificación social**, tenemos: El desarrollo social de la investigación se refleja a la existencia de una red vial de excelencia, su estado y nivel de servicio deben ser de alta calidad, es decir las autopistas como caminos vecinales, para brindar una mejor comunicación entre la población, **justificación personal**, tenemos: En el Perú, se visualiza un crecimiento acelerado de la infraestructura vial, principalmente en la ciudad de Juliaca por tener una topografía plana, en cual se busca reforzar el comportamiento de la estructura de los pavimentos y el beneficio de ofrecer comodidad, seguridad a las personas. Para controlar los problemas se requiere que el agua, cae en la superficie, sea direccionada rápidamente, por cual se busca con la aplicación de las mezclas abiertas o porosas. En la tesis, **el objetivo general**, tenemos: Analizar la influencia de la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. Y como **objetivos específicos** tenemos a: Determinar el contenido óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con aplicación de fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021, Determinar la influencia del volumen de vacíos referente a la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021 y Determinar la densidad en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente con fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. Y como **hipótesis general**, tenemos: La aplicación de fibras de vidrio influye significativamente en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. Y como **hipótesis específicas**, tenemos: El contenido óptimo produce efectos favorables en el diseño de mezcla asfáltica en

caliente con aplicación de fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021, Los resultados referentes a los volúmenes de vacíos son favorables en la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021 y La fibra de vidrio influye significativamente en la densidad del diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a los siguientes:

Según **Meza (2019)**, en su tesis de grado titulada: “Uso De La Fibra De Cabuya Para El Análisis Del Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Asfáltica En Caliente – 2019”, por la Universidad de Huánuco. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo**: Analizar la fibra de cabuya (agave americano) con los cuales se pretende diseñar una mezcla asfáltica de acuerdo a las condiciones de cada lugar de acuerdo a la normativa nacional, como **Metodología**: Esta investigación tiene como enfoque cuantitativo, con nivel exploratorio – descriptivo y de tipo experimental con un diseño pos prueba únicamente. La técnica empleada fue observacional y para la recolección de datos de laboratorio se empleó formatos para la granulometría y diseño de mezcla utilizando el método Marshall, lo cual se desarrolla de acuerdo a la norma MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 225, y los **Resultados**: Tiene concordancia con la estabilidad y la fluencia de la mezcla modificada con la incorporación de la fibra de cabuya, que se obtiene una reducción en la estabilidad y un incremento en la deformación por cada porcentaje de fibra de cabuya. Para medir la significancia de las medias de las dos variables se empleó el método estadístico t de student, y finalmente como **Conclusión**: concluye con la modificación de la mezcla asfáltica con fibra de cabuya (agave americano) en proporciones de 0.3%, 0.5% y 0.7% disminuye el valor de la estabilidad. Al verificar la relación que existe entre porcentaje de fibra y la estabilidad se pudo determinar que la relación es inversa, mayor porcentaje de fibra menor valor de estabilidad, finalmente se puede decir que el máximo valor aceptable para una mezcla asfáltica es de 0.5% de fibra.

Según **Gonzales & Luquillas (2019)**, en su tesis de grado titulada: “Evaluación Del Comportamiento Mecánico De La Mezcla Asfáltica En Caliente Mejorada Con Fibra Acrílica Respecto a La Mezcla Asfáltica Convencional”, por la Universidad Ricardo Palma. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo**: Tiene como finalidad que la mezcla asfáltica tenga mejoras en su comportamiento mecánico, con la incorporación de fibra acrílica Drymix RA 4012, con el fin de resolver los problemas en la carpeta de rodadura, por cual hace uso agregado de la cantera cajamarquilla, aplicado mediante el ensayo Marshall, como **Metodología**: Esta investigación trata de un enfoque cuantitativo, un nivel

descriptivo y el diseño de tipo experimental. La técnica que empleo fue observacional y recolección de datos, por cual están dentro de los parámetros establecidos por las normas aplicadas en la investigación, y los **Resultados:** Indica el perfeccionamiento del comportamiento mecánico en el diseño de la mezcla asfáltica modificada, y finalmente como **Conclusión:** Concluye con la incorporación de fibra acrílica, para mejorar la mezcla asfáltica para ver la disminución de la pérdida de resistencia por el efecto del agua y aumentar la resistencia de la deformación, para tener una mayor durabilidad y una mayor durabilidad del pavimento.

Según **Navarro (2017)**, en su tesis de grado titulada: “Propuesta De Diseño De Mezclas Asfálticas Con Adiciones De Pet”, por la Universidad Ricardo Palma. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Realizar una mejor alternativa que aumente su vida útil y ahorrar considerables sumas de dinero que se abarcan para su mejora y rehabilitación, como **Metodología:** Tiene un enfoque cuantitativo de investigación tecnológica y diseño de tipo experimental para incorporar las partículas plásticas PET de las botellas de 65 plasticas recicladas, y los **Resultados:** La mezcla asfáltica se debe de valorar de acuerdo al diseño utilizando los agregados, que contemplan las especificaciones técnicas requeridos para el óptimo desempeño se prescribe de manera rotunda que el PET no es apto para el diseño de mezclas asfálticas, y finalmente como **Conclusión:** Concluye con el análisis de 50 golpes por el ensayo, para el tráfico liviano tomado por las especificaciones, teniendo un factor de estabilidad de 10.25 KN y un flujo de 540 Kg, ya que la Mezcla con PET aumenta su volumen, pero reduce su Estabilidad y Flujo.

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a los siguientes:

Según **Revelo (2015 - 2016)**, en su tesis de grado titulada: “Estabilización De Mezclas Asfálticas Drenantes Mediante La Inclusión De Fibras De Vidrio y Metálicas”, por la Universidad de Guayaquil. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Realizar un énfasis en la elaboración de las mezclas para dar a conocer sus ventajas y desventajas, para proponer una utilización a un futuro, como **Metodología:** Esta investigación habla de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada en la elaboración de diseño de mezclas drenantes con

diferentes porcentajes de cemento asfáltico y es de diseño experimental, y los **Resultados:** De acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio se ha obtenido los resultados obtenidos de permeabilidad en las mezclas drenantes con fibras cumple que el requerimiento de 100 ml en 15 segundos para los dos casos, y finalmente como **Conclusión:** Se concluye que este proyecto conoce los parámetros para el diseño de mezclas requeridos con y sin refuerzo, así como el comportamiento mecánico e hidráulico.

Según **Barrera, Cubides & Rodriguez (2017)**, en su tesis de grado titulada: “Comparación Del Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Asfáltica Tipo mdc-19 Adicionada Con Fibras De Terlenka y Una Mezcla Asfáltica Convencional”, por la Universidad Católica de Colombia. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Tiene como finalidad comparar la mezcla asfáltica del tipo MDC – 19, con la aplicación de las fibras de Terlenka en distintas dosificaciones y una convencional, como **Metodología:** Esta investigación de una mezcla asfáltica del tipo MDC – 19 con la aplicación de las fibras de Terlenka, tiene un enfoque cuantitativo, es una investigación aplicada por la elaboración de diseños de mezclas, por cual es de tipo experimental, y los **Resultados:** Tiene como resultado a los valores de resistencia correspondientes al 85% en la mezcla asfáltica modificada con las fibras de Terlenka y el 80% en la mezcla convencional, por cual estos resultados son menos susceptibles a la pérdida de resistencia a la afectación del agua, en términos de compresión simple que refiere a una mezcla modificada, para que no se tengan comportamientos desfavorables, y finalmente como **Conclusión:** Concluyo que la mezcla asfáltica simple, que está expuesto a diversas modificaciones según el uso de la metodología Marshall, que logra alcanzar el contenido óptimo del asfalto, en un 5% y el uso de la fibra Terlenka en proporciones 4%, 5% y 6% de acuerdo a la utilización de los tamices.

Según **Ortegon & Villabon (2017)**, en su tesis de grado titulada: “Evaluar El Comportamiento De Una Mezcla Asfáltica En Frio Modificada Mediante Fibras Kevlar”, por la Universidad Piloto De Colombia. Llegó a las siguientes conclusiones: La investigación tuvo como **Objetivo:** Tiene como finalidad analizar que la mezcla asfáltica en frio listo para instalar de acuerdo a su comportamiento mecánico, con la combinación de las fibras kevlar, como **Metodología:** De acuerdo a esta

investigación indica el análisis de variables cuantitativas y por cual trata de un tipo exploratorio experimental, caracterizando el asfalto y las fibras en la modificación de acuerdo a la adición de dichos porcentajes de fibras, para posteriormente realizar los ensayos de estabilidad y flujo Marshall, y los **Resultados:** Este proyecto analiza y determina 18 briquetas, 3 para muestras de solo asfalto convencional, y 15 para mezcla modificada con fibras kevlar cortadas de 2 cm, con porcentajes de 0,10%, 0,15%, 0,20%, 0,25% y 0,30% la mezcla que obtuvo un mejor comportamiento y mejores resultados arrojados fue la mezcla sin adición de fibras, y finalmente como **Conclusión:** Concluyo que la aplicación de fibras de kevlar en el diseño de mezcla asfáltica, influye en un comportamiento negativo en los ensayos de flujo y estabilidad, en base al diseño con el método Marshall.

Como **artículos científicos**, tenemos a los siguientes:

Según **Acosta, Moll y González (2017)**, en su artículo titulada: “Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente”, por la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba. Esta investigación tiene como **Objetivo:** De investigar la influencia de la utilización de los áridos reciclados de tipo hormigón en mezclas asfáltica en caliente, como **Metodología:** Realizo estudios de fracción de los agregados gruesos y finos reciclados a partir de la trituración de las probetas de hormigón, en lo cual estas mezclas cumplan con las especificaciones de la norma cubana NC 253 2005, los **Resultados:** Al caracterizar los agregados, diseño cinco mezclas asfálticas en caliente SD – 19, en que los cuatro son sustituidos por el 30% y el 60%, con los áridos reciclados y la quinta es una mezcla convencional, y finalmente como **conclusión:** Ensayo las propiedades mecánicas del asfalto, para alcanzar el rango óptimo de asfalto y comprobar los resultados con la mezcla convencional versus las mezclas fabricadas con RCD.

Según **Morales et all. (2019)**, en su artículo titulada: “Influencia del ensayo de fragmentación en la combinación granulométrica de las mezclas asfálticas con adición de material fresado de los pavimentos”, por la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba. Esta investigación tiene como **Objetivo:** Analizar la granulometría del Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) obtenida del fresado por lo que se compara con los usos establecidos para las

fracciones de áridos a emplear en las mezclas asfálticas en Cuba y se evalúa la variación que se genera en esta luego del ensayo de fragmentación, como **Metodología:** El análisis del material fresado de los pavimentos para producir las mezclas asfálticas recicladas y contribuir la reducción del impacto ambiental, los **Resultados:** En este estudio se realizaron combinaciones en la granulometría con porcentajes del 20% y 40% de RAP. En el cual se mostró un resultado no correspondiente con el uso de la RAP, en fracciones de áridos para emplearlos en la mezcla asfáltica, y finalmente como **conclusión:** El ensayo de fragmentación se observan pocas diferencias en las granulometrías de las combinaciones antes y después del ensayo.

Según **Lopera y Cordoba (2014)**, en su artículo titulada: “Diseño de mezcla asfáltica tibia a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma”, por la Universidad Nacional de Colombia - Dyna. Esta investigación tiene como **Objetivo:** Analizar la conciencia ambiental y la regulación más estricta de las emisiones atmosféricas de las mezclas asfálticas tibias (WMA)., como **Metodología:** Las temperaturas menores en mezclas en calientes reducen la viscosidad del asfalto y la disminución de costos, por cual se usan aditivos químicos como el aceite crudo de palma, los **Resultados:** La mezcla respecto a su graduación obtuvo el 54.1% de gruesos, 41.7% de finos y 4.2% de cal hidratada, el cual se mezcló con asfalto de 60 – 70 modificado con crudo de palma al 1%, y finalmente como **conclusión:** El método Marshall, tuvo como resultado la viscosidad del asfalto, la reducción de la temperatura y la mejora de la mezcla asfáltica con la incorporación de tibia a comparación con la mezcla asfáltica convencional.



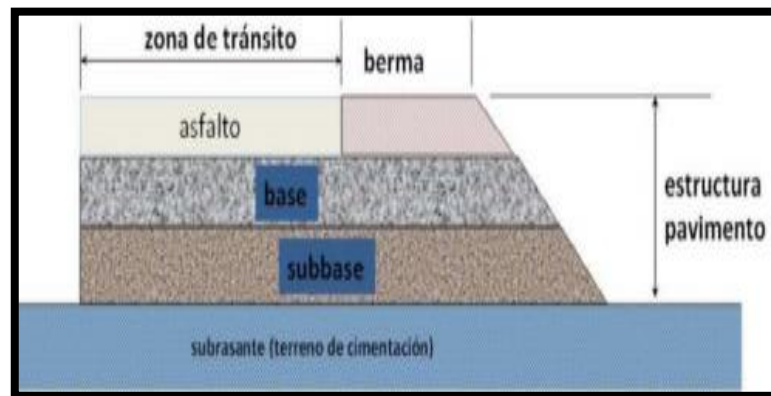
Como **bases teóricas**, tenemos:

El **pavimento**, es una estructura construida con materiales granulares y sustancias solidas o viscosas los cuales se suavizan por el calor o en la fuerza que se ejerce en la superficie, las capas y elementos estructurales son aspectos principales que son sometidos a diversas cargas, en la deformación notable en una estructura del pavimento. La profundidad de capas representa a la reducción de deformaciones y paralelamente disminuye las fuerzas o presiones que son transmitidos por cargas del tráfico vehicular. (Huaman, 2020)

**Pavimentos Flexibles** es una estructura que tiene como las capas base, subbase y la capa de rodadura, en el cual se integrada los materiales bituminosos como aglomerantes o aditivos, mezcla asfáltica, mejoramiento superficial de la bicapa, micro pavimentos, apisonado asfáltico, mezclas asfálticas en frío y en caliente. La subrasante de terreno soportan y distribuyen los esfuerzos transmitidos por la carga vehicular con la finalidad de mejorar la propiedad de seguridad y transitabilidad, en las tres capas base, sub-base y capa de rodadura. Tiene como característica principal al peso de dicha estructura de una capa hacia una capa inferior para poder tolerar una carga total. (Suica, 2020)

El pavimento flexible se refiere a las estructuras encargadas de caracterizar las propiedades mecánicas, para la buena utilización de los agregados que estos son empleados en el método de diseño de mezcla asfáltica con la concordancia del cumplimiento de las normas vigentes. Para una buena utilidad y funcionamiento en la estructura del pavimento, esencialmente de la carpeta de rodadura, en cual se puede interpretar su regularidad en toda su área para el incremento el nivel de adherencia del pavimento, el peralte de la via, y una eficacia en la permeabilidad de los fluidos, que funcionan como acústicos en el tipo de diseño con baja permeabilidad. (Reyes, 2019)

**Figura 1:** Estructura del pavimento flexible.



Fuente: Tomado de la tesis “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)”, (Huaman, 2020, p. 37).

De acuerdo con Humpiri (2015), los pavimentos flexibles están compuestos por una superficie de rodadura apoyada generalmente sobre capas no rígidas, la base, sub-base y sub-rasante. Los cuales se describen a continuación:

**Sub-rasante**, es una capa de la estructura del pavimento, que se encuentra debajo de la sub-base y soporta su carga que no afecte en su diseño por el tránsito previsto, es esencial que el espesor influya la calidad de la subrasante que debe tener que objetar los requisitos de resistencia, incomprensibilidad e inmunidad al efecto de la humedad. (Humpiri, 2015)

**Sub-base**, es la capa que se encuentra debajo de la base para soportar, dichas cargas aplicadas uniformemente, en la superficie de la rodadura del pavimento que la capa de la subrasante tiene que soportar las variaciones inherentes a dicho suelo. (Humpiri, 2015)

**Base granular**, es la capa más esencial del pavimento que distribuye y transmite con influencia todas las cargas ocasionadas sobre la capa, que sobre esta capa se coloca la capa de rodadura. (Humpiri, 2015)

**Superficie de rodadura o carpeta asfáltica**, es la capa que es más afectada por las cargas de tránsito, lo cual se coloca sobre la base con la finalidad

de proteger las capas que se encuentran debajo de la capa de rodadura, con la función de impermeabilizar la superficie y evitar las filtraciones en las capas inferiores por efecto del agua provenientes del agua. (Humpiri, 2015)

De acuerdo a las variables que son estudiados:

**Fibra de vidrio**, son incombustibles, no absorbentes y químicamente estables, aceptables para aislamientos térmicos y un trabajo acústico en la propiedad de su composición baja en álcali. La fibra para uso en el campo eléctrico se fabrica a partir de vidrio con ausencia total de óxidos de metales alcalinos. (Diaz & Bonilla, 2018)

**Figura 2:** *Fibra de vidrio.*



Fuente: Tomada de la revista “Construyendo confianza – SIKA”, (Sika)

Las fibras de vidrio tienen componentes que deben tener una mezcla homogénea y al ponerlo en un horno a temperatura de 1550°C llega al estado líquido, que en ese estado transcurre por las hileras, que tienen orificios de 1 a 2 mm de diámetro y filamentos de 5 a 24 micras, una dispersión acuosa de compuestos orgánicos denominó ensimaje, el cual garantiza la unión de filamentos y la protección del hilo. (Garcia, 2017)

**Tabla 1:** *Tipos de fibras.*

Tipo de Fibra	Diametro Equivalente (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la Tracción (Mpa)	Módulo de Young (Gpa)	Alargamiento de Rotura (%)
Acrílico	0.02 - 0.03	1100	200 - 400	2	1.1
Asbestos	0.0015 - 0.02	3200	600 - 1000	83 - 138	1 – 2
Algodón	0.2 - 0.6	1500	400 - 700	4.8	3 – 10
Vidrio	0.005 - 0.15	2500	1000 - 2600	70 - 80	1.5 – 3.5
Grafito	0.008 - 0.009	1900	1000 - 2600	230 - 415	0.5 – 1
Aramida	0.01	1450	3500 - 3600	65 - 133	2.1 – 4
Nylon	0.02 - 0.4	1100	760 - 820	4.1	16 – 20
Poliéster	0.02 - 0.4	1400	720 - 860	8.3	11 – 13
Polipropileno	0.02 - 1	900 - 950	200 - 760	3.5 - 15	5 – 25
Polivinil Alcohol	0.027 - 0.660	1300	900 - 1600	23 - 40	7 – 8
Carbón	-	1400	4000	230 - 240	1.4 – 1.8
Rayón	0.02 - 0.38	1500	400 - 600	6.9	10 – 25
Basalto	0.0106	2593	990	7.6	2.56
Polietileno	0.025 - 1	960	200 - 300	5	3
Sisal	0.08 - 0.3	760 - 1100	228 - 800	11 - 27	2.1- 4.2
Coco	0.11 - 0.53	680 - 1020	2108 - 250	2.5 - 4.5	14 – 4.1
Yute	0.1 - 0.2	1030	250 - 350	26 - 32	1.5 1.9
Acero	0.15 - 1	7840	345 - 3000	200	4 - 10

Fuente: Tomada de la tesis “Influencia de la aplicación de fibra de vidrio y acero en el comportamiento mecánico del concreto para vías de bajo tránsito, Abancay - 2019”, (Huillcaya, 2019, p. 18)

Las fibras de vidrio se fabrican con los mismos componentes que el vidrio: sílice, cal, alúmina y magnesita, óxidos le agregan algunos óxidos en proporciones. (Huillcaya, 2019)

**Tabla 2:** *Las propiedades mecánicas de la fibra de vidrio.*

Descripción	Vidrio E	Vidrio D	Vidrio R
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.14	2.56
Resistencia a la tensión (Mpa)	3400	2500	4400
Modulo elástico (Mpa)	72	55	86
Resistencia a la ruptura (%)	4.5	4.5	5.2

Fuente: Tomado de la tesis “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”, (Garcia, 2017, p. 22)

**Tabla 3:** *Tipos de fibra de vidrio y características.*

<b>Tipo de fibra</b>	<b>Característica</b>
<b>Tipo E</b>	Es la más utilizada en el sector de construcción, buena propiedad eléctrica, durable, bajo costo y poca absorción de humedad.
<b>Tipo A</b>	Alto porcentaje de sílice, propiedades mecánicas inferiores al tipo E, gran resistencia química.
<b>Tipo B</b>	De gran durabilidad y posee excelente propiedades eléctricas.
<b>Tipo S</b>	Buena resistencia mecánica, alta resistencia a la tracción, térmica estable.
<b>Tipo C</b>	Alta resistencia química, vidrio intermedio entre A y E, se utiliza en capas superficiales.
<b>Tipo R</b>	Altas resistencias mecánicas, la resistencia a la tracción y módulo de elasticidad superiores a los otros tipos, se emplea en campos de aeronáutica y aviación.
<b>Tipo D</b>	Altas propiedades eléctricas, se utiliza en la fabricación de radares y ventanas electromagnéticas
<b>Tipo AR</b>	Se utiliza para armar los morteros de cemento por ser resistente a los alcalisis del cemento.

Fuente: Tomada de la tesis “Influencia de la aplicación de fibra de vidrio y acero en el comportamiento mecánico del concreto para vías de bajo tránsito, Abancay - 2019”, (Huillcaya, 2019, p. 19)

**Mezcla asfáltica**, es la mezcla de agregados gruesos y agregados finos más la incorporación del asfalto modificado con fibra de vidrio, para la resistencia del desgaste de abrasión y desintegración por el ámbito ambiental según sus características relacionadas con la densidad de la mezcla, vacíos de aires, vacíos de agregado de mineral y contenido de asfalto. Se pueden diseñar distintas mezclas asfálticas que pueden ser en frío o en caliente, ya que su dosificación debe de tener criterios técnicos que ayuden a tener una proporción de agregados en el asfalto. (Ortiz, 2016)

**Figura 3:** Mezcla asfáltica.



Fuente: Tomada de la tesis “Diseño de Mezclas Asfálticas con Caucho SBR Usando Método Marshall”, (Ortiz, 2016, P. 26)

**Mezcla asfáltica en caliente**, son formados por arena chancada, arena natural, piedra chancada o aditivos mejorados, cementos asfálticos, lo cual es definida como diseño a partir de las particularidades en la composición asfáltica en la relaciona meteorológicas de la obra. El concreto asfáltico debe ser usado como material de construcción en pavimentos de carreteras, para obtener el máximo beneficio de los materiales:

**El asfalto de hormigón**, es un compuesto de diferentes cementos bituminosos y tipos de agregados. De acuerdo a las características y las propiedades de la ingeniería de la mezcla de hormigón asfáltico La importancia de las materias primas utilizadas en el hormigón de asfalto de mezcla caliente (HMA) se estudia ampliamente y bien documentado en la literatura. Principalmente, las importancias de tener un buen material de relleno junto con los impactos de tener diferentes atributos de los materiales de relleno son ampliamente estudiados. (De La Cruz, 2019)

**Comportamiento de la mezcla asfáltica**, un modelo de mezcolanza de asfalto capacitado en el recinto logra ser desarrollada para establecer su potencial cometido en la organización del asfalto, queda encaminado en dirección de 4 particularidades de la composición, y el predominio que estas logren poseer en la conducta de la composición. Es trascendental poseer comprensión de concepción de estas particularidades sobresalientes, a conclusión de manejar todas las cuantificaciones para establecer el procedimiento organizado del pavimento. (De La Cruz, 2019)

**Asfalto**, es un compuesto orgánico parte de la naturaleza como destilación del crudo del petróleo, según sus características es una sustancia de color negro, pegajosa, solido o semisólido comprendiendo la temperatura del ambiente, por cual el asfalto se ablanda y se vuelve líquido, con lo que se cubre los agregados durante la producción de mezcla que se produce en el asfalto. (Ortiz, 2016)

**Ensayo Marshall**, es un método, referido a la dosificación de mezclas asfálticas, empleando asfaltos sólidos y el material granular, que no supere un tamaño máximo de cm. Para garantizar la estabilidad se debe de tener una cantidad apropiada de asfalto en un buen recubrimiento de partículas del pavimento, en el cual e incluye la compactación, el análisis de densidad, relación de vacíos, estabilidad y el flujo. (Hernandez & Rodriguez, 2018)

Como **enfoques conceptuales**, tenemos:

La **rehabilitacion**, es referente al cuidado de la estructura para mantener o mejorar la capacidad que necesita el pavimento, estas capacidades pueden ser sus propiedades físicas y mecánicas.

Los **agregados**, son un conjunto de mezclas entre arena, roca o grava, ya sea natural o procesado, que generalmente es extraído de los ríos y valles.

Los **componentes estructurales**, se puede definir como una superestructura que se encuentra encima del suelo de fundacion y por cual esta compuesto por varias capas.

La **filtracion**, en las partículas solidas con vacios, son por las cuales el agua puede fluir de un punto a otro.

Los **aditivos**, es un agente primordial que se usa en el mantenimiento y la construcción de vías como del diseño del asfalto, para mejorar y aumentar las cargas de tráfico. También ofrece el aumento de la resistencia al deterioro o disminuir el costo.

El **petróleo**, es un mineral de color oscuro, con poca densidad al agua y un olor de acre característico, por cual está conformado por una combinación de hidrocarburos, oxígeno, azufre y nitrógeno.

La **estabilidad marshall**, se refiere a la resistencia de cargas de tránsito, de acuerdo a su capacidad del pavimento asfáltico, en la disminución de las deformaciones.

La **flexibilidad**, es la capacidad inherente del pavimento asfáltico que se adapta en los movimientos de la base y subrasante para que no se proporcione efectos consecuentes a la estructura del pavimento.

Los **vacíos**, son espacios minúsculos de aire, que se presentan en los agregados revestidos por la mezcla asfáltica, que al final es compactada. Por cual estos deben de estar densamente graduados con un porcentaje de vacíos para que se realice una compactación adicional.



### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación.**

#### **Tipo de investigación**

Este tipo de investigación es APLICADA, de acuerdo con Borja (2012), afirma que en esta investigación implica “conocer, transformar, actuar, construir, y modificar la realidad de los problemas acontecidos en nuestro entorno, para ello encontrar soluciones y mejoras”.

En la investigación Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021.

#### **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es EXPERIMENTAL, por la manipulación de la variable independiente para analizar el efecto de la variable dependiente, por cual se realizó ensayos laboratorio mediante probetas cilíndricas, con la adición de fibras de vidrio.

Según Hernández y otros (2014), infiere que “el diseño de investigación se refiere a los métodos que utilizan el investigador y resolver los problemas del estudio a realizar”. (p. 128)

Según De La Cruz (2019) afirma que “la investigación es experimental, porque a través de ensayos se definen las características de los insumos”. (p. 48)

#### **Nivel de la investigación**

Consiste en el proceso DESCRIPTIVO Y EXPLICATIVO el cual se refiere en intervenir aplicando equipos e instrumentos en la zona de estudio para luego plantear soluciones o explicar la situación en que se encuentra la problemática sobre la carpeta asfáltica con la tesis En la investigación Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021.

Según Hernández y otros (2014), consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos por cual se busca especificar las propiedades, las características, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Por las causas de los eventos y

fenómenos físicos o sociales, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.  
(p. 92, 95)

### **Enfoque de la investigación**

El enfoque es CUANTITATIVO, está relacionado a los cálculos numéricos mediante la recolección de datos para la resolución de las preguntas planteadas de la investigación de acuerdo al análisis estadístico que puedan ser medibles o cuantificables y probar las hipótesis en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

### 3.2. Variables y operacionalización

#### Variables:

Variable Independiente (X): Aplicación de fibra de vidrio.

Variable Dependiente (Y): Mezcla asfáltica en caliente.

**Tabla 4:** Operacionalización de variables.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Aplicación de fibra de vidrio.</b> <b>(Independiente)</b>	La fibra para uso en el campo eléctrico se fabrica a partir de vidrio con ausencia total de óxidos de metales alcalinos. (Díaz y Bonilla, 2018)	La fibra de vidrio es un material compuesto por filamentos de vidrio respecto a su análisis físico y se evalúa que es un material muy ligero, resistente, estable y es un muy buen aislante térmico de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas.	Evaluación y análisis físico.	Peso específico. Densidad de vacíos.	De razón
			Propiedades mecánicas	Contenido óptimo. Granulometría.	
<b>Mezcla asfáltica en caliente.</b> <b>(Dependiente)</b>	es la mezcla de agregados gruesos y agregados finos más la incorporación del asfalto según sus características relacionadas con la densidad de la mezcla, vacíos de aires, vacíos de agregado de mineral y contenido de asfalto. (Ortiz, 2016)	Se define como mezcla asfáltica en caliente a la combinación de áridos con un ligante y comprobado con el ensayo de mezcla asfáltica de acuerdo al diseño con el método Marshall.	Ensayos de mezcla asfáltica.	Estabilidad	De razón
				Vacíos.	
				Flujo.	
			Método Marshall.	Rotura de briquetas.	
Estabilidad máxima.					
				Deformabilidad.	

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Se califica población a un grupo de sujetos que fueron motivos de investigación. (Huillcaya, 2019, p. 33), la estructura estudiada son los pavimentos flexibles de la ciudad de Juliaca.

#### **Muestra:**

Está conformada por Fibra de vidrio y mezcla asfáltica, 8 briquetas de mezcla asfáltica en caliente con aplicación de fibra de vidrio, 2 briquetas asfalto convencional, 2 briquetas con fibra de vidrio al 1%, 2 briquetas con fibra de vidrio al 3%, 2 briquetas con fibra de vidrio al 5%, con diámetro de 102 mm (4") y una altura de 64 mm (2.5") establecidos por el MTC E 504 y MTC E 515.

#### **Muestreo:**

Es de tipo no probabilístico que por tanto se realizó la elección de forma intencional y por ciertas características definidas por el investigador.

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

#### **Técnicas**

Se realiza la observación experimental que se realiza en el laboratorio, como el procedimiento tiene que estar normado en el instituto del asfalto AASHTO, ASTM, MTC, los cuales son guía base para realizar los ensayos.

#### **Instrumentos de recolección**

Usaron diversos tipos de instrumentos de recolección, los cuales fueron:

- La guía de observación, de las normas viales.
- Gráficos de los ensayos de laboratorio.
- Las tablas de los ensayos de laboratorio
- La ficha de recolección de resultados del ensayo de laboratorio – ensayo Marshall.

## **Validez**

Según Flores (2018), la prueba de validación del instrumento permite organizar los instrumentos con el objeto de verificar o que se cuantifique las variables de la investigación y estos son validados por un mínimo de 3 expertos.

En esta investigación se validó los instrumentos por 3 expertos, los cuales son:

EXPERTO 1: Ing. Samir Arévalo Vidal

EXPERTO 2: Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto

EXPERTO 3: Ing. Luis Alberto Segura Terrones

## **Confiabilidad**

Según Rodríguez (2020), indica que la confiabilidad se referencia a los valores que un instrumento adapta como coherentes y consistentes, ante esto se observa que los equipos para los ensayos dan validez a su calibración.

La confiabilidad se determinó por el método Alfa de Cronbach, y que se obtuvo una confiabilidad de 0.73, el cual se indica que es una excelente confiabilidad.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Paso 1: Visualización de puntos de rehabilitación en la carpeta asfáltica en la ciudad de Juliaca.**

Se realizó la visualización y verificación de las vías, respecto específicamente a la capa de rodadura para realizar un mantenimiento o rehabilitar dichas vías en la ciudad de Juliaca.

**Figura 4:** *Vía deteriorada en el centro de la ciudad de Juliaca.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5:** *Vía en mal estado en Juliaca.*



Fuente: Elaboración propia

**Paso 2: Agregados para los ensayos en laboratorio obtenidos en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca.**

Procedemos a realizar la extracción de muestra para consiguiente trasladarlo al laboratorio y es el punto que me proporciono el agregado fino natural, agregado fino chancado y el agregado grueso chancado los cuales se usaron en los ensayos correspondientes de esta investigación. (Ver figura 6)

**Figura 6: Agregados.**



Fuente: Elaboración propia.

### **Paso 3: Certificación de calibración.**

Obtenidos los agregados y la fibra de vidrio se pasaron a las instalaciones del laboratorio GEOTECNIA PUNO & INGENIEROS CONSULTORES, Ubicada en Perú, Provincia de San Román, en la Residencial Collasuyo de la ciudad de Juliaca, en donde se realizó los ensayos de agregados y Marshall.

### **Paso 4: Ensayos de laboratorio.**

Se empieza por obtener las características de los agregados y el cemento asfáltico, se procederá a realizar Ensayos correspondientes:

Realización del análisis granulométrico del agregado extraído de la cantera Isla según la norma ASTM D – 422. (Ver figura 7 y 8)



**Figura 7: Ensayo de Análisis Granulométrico..**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8: Granulometría de los agregados fino natural, fino chancado y grueso chancado.**



Fuente: Elaboración propia.

Realización de las briquetas:

Primeramente, se realizó las 2 briquetas de asfalto convencional sin adicionamiento, por tanto, se inicia con el pesaje de los agregados fino natural, fino chancado, grueso chancado, cemento asfáltico (cal) y conjuntamente el PEN 120/150.

**Tabla 5:** Pesos de los materiales.

DESCRIPCIÓN	PESO
Agregado Fino Natural	279.00 gr
Agregado Fino Chancado	446.40 gr
Agregado Grueso Chancado	357.12 gr
Filer	33.48 gr
PEN	84.00 gr

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9:** Pesaje del Agregado fino natural.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10:** Pesaje del Agregado fino chancado.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11:** *Pesaje del Agregado fino chancado.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12:** *Pesaje del cemento asfáltico (Cal).*



Fuente: Elaboración propia.

Segundo, la muestra pesada consiguiente se realizó una mezcla uniforme, que debe de llegar a una temperatura de 140 °C, para poder emplear el PEN120/150, y realizar su propio pesaje. Por tanto, se usó una cocina a gas para calentar la muestra y llegar a la temperatura requerida y por el PEN 120/150 también debe de recurrir a una temperatura adecuada.

**Figura 13:** Mezcla de la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

Tercero, llegado a la temperatura adecuada de 140 °C, y una mezcla uniforme, se continua con la aplicación del PEN con un peso de 84.00 gr y a una temperatura adecuada.

Realizado el pesaje, consiguiendo la muestra y el PEN 120/150 se deben de mezclar uniformemente y alcanzar una temperatura de 140 °C.

**Figura 14:** Aplicación del PEN.



Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15:** *Combinación de la muestra con PEN.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16:** *Muestra homogénea con PEN, con temperatura a 140 °C.*



Fuente: Elaboración propia.

Cuarto, continuamente en las mezclas siguientes se les añadió la fibra de vidrio en cantidades al 1%, 3% y 5%.

**Tabla 6:** *Porcentaje de fibras de vidrio.*

Porcentaje	Cantidad de Mezclas	Cantidad de Briquetas
1%	2	2
3%	2	2
5%	2	2

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17:** *Aplicación de la fibra de vidrio en el diseño de mezclas.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 18:** *Muestra con aplicación de fibra de vidrio.*



Fuente: Elaboración Propia.

Quinto, se vierte, la mezcla de agregado y Cemento Asfáltico, en el molde Marshall para luego ser compactada con 75 golpes por cara.

**Figura 19:** *Colocación de la mezcla asfáltica en el molde*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20:** *Compactación 75 golpes por cada cara del molde.*



Fuente: Elaboración propia.



Sexto, extraer las briquetas del molde de Marshall, 2 briquetas de asfalto convencional, 2 briquetas con fibra de vidrio al 1%, 2 briquetas con fibra de vidrio al 3%, 2 briquetas con fibra de vidrio al 5%.

**Figura 21:** *Extracción de las briquetas del molde Marshall.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 22:** *Briquetas.*



Fuente: Elaboración propia.



Séptimo, se realizó el ensayo de peso específico en el cual las briquetas son pesados individualmente en seco y luego sumergirlas en el agua.

**Figura 23:** *Peso específico.*



Fuente: Elaboración propia.

Octavo, se sumerge las briquetas en el Baño María, aproximadamente una hora de saturación a 50 °C.

**Figura 24:** *Baño María.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25:** *Briquetas puestos en Baño María.*



Fuente: Elaboración propia.

Noveno, realizado la saturación de las briquetas en el Baño María son llevados para la rotura en la prensa Marshall.

**Figura 26:** *Prensa Marshall.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 27:** *Rotura de briquetas.*



Fuente: Elaboración propia.

Decimo, visualizando todas las briquetas en base a su rotura por la prensa Marshall.

**Figura 28:** *Briquetas de acuerdo a su rotura.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29:** *Briquetas, rotura por Prensa Marshall.*



Fuente: Elaboración propia.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Los datos se han codificado, para analizar la información obtenida en el presente proyecto de investigación mediante el uso de una tecnología, mediante el uso de los programas Word, Excel y AshtoWord, que en el cual se realizara más rápido el análisis y seguimiento de los resultados obtenidos de la investigación con datos reales y precisos.

### **3.7. Aspectos éticos**

El investigador tiene compromiso exponer los resultados con veracidad, respecto por la propiedad intelectual, responsabilidad y etica. Por su parte los investigadores se tiene que tiene que responder con veracidad las ponencias de los juicios de experto, desarrollando los contenidos apropiados para dicha investigacion, asi como la confiabilidad de los datos obtenidos mediante la recoleccion de datos.

#### **IV. RESULTADOS**



#### 4.1. Descripción de la zona de estudio

**Nombre de Tesis:** “Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021”.

#### Ubicación Política

Esta zona de estudio se encuentra ubicado en la:

REGIÓN	: PUNO
PROVINCIA	: SAN ROMÁN
DISTRITO	: JULIACA

**Figura 30:** Mapa político del Perú.



Fuente: Tomada por la revista, Mapas, (INEI, 2014), p. 12.

**Figura 31:** Mapa geográfico de la región Puno.



Fuente: Tomada por la tesis, Diseño de una Red de Banda Ancha para la Región de Puno, (Ramírez y Gamarra, 2014), p. 1


**Figura 32:** Mapa provincial de San Román.



Fuente: Tomada del informe Plan de Desarrollo Institucional, (Municipalidad Provincial de San Román, 2014), p. 27.

El ámbito poblacional del distrito de Juliaca que es la capital de la provincia de San Román y tiene como limitaciones:

**Tabla 7:** Limitaciones del Distrito de Juliaca.

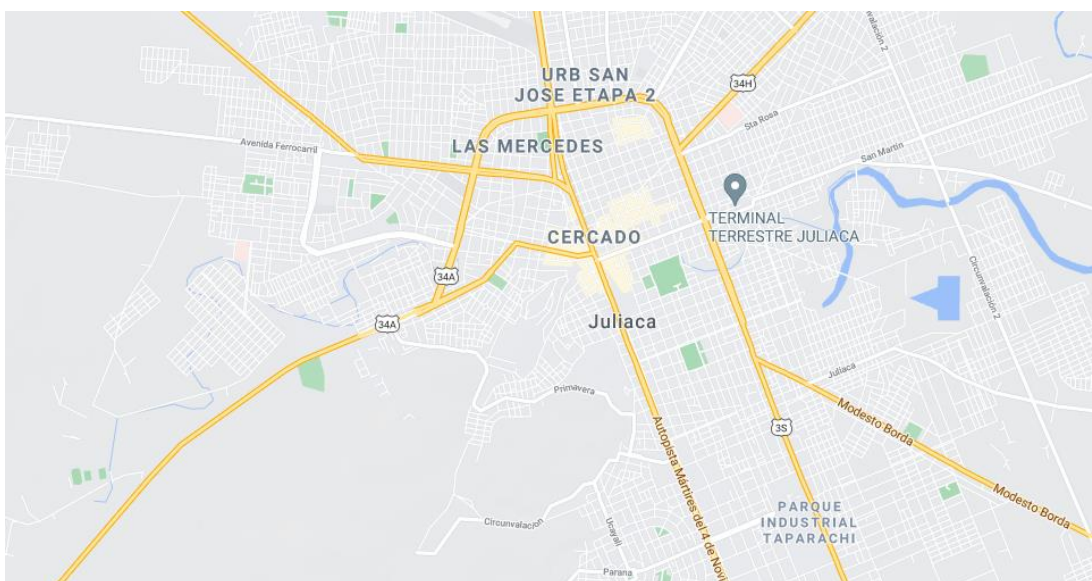
<b>Noroeste:</b> Distrito de Calapuja.	<b>Norte:</b> Distrito de San Miguel.	<b>Noreste:</b> Distrito de Caminaca.
<b>Oeste:</b> Distrito de Lampa (prov. de Lampa) y distrito de cabanilla (prov. de Lampa).		<b>Este:</b> Distrito de Pusi (prov. de Huancané) y distrito de Samán (prov. de Azángaro).
<b>Suroeste:</b> Distrito de cabana.	<b>Sur:</b> Distrito de cabana y distrito de Caracoto.	<b>Sureste:</b> Distrito de Caracoto.

Fuente. Elaboración propia.

### Ubicación Geográfica

El distrito de Juliaca está en las coordenadas: Latitud  $-15.4933$  y  $15^{\circ} 29' 36''$  Sur, Longitud  $-70.1356$  y  $70^{\circ} 8' 8''$  Oeste. Tiene un área aproximadamente de 52 600 hectáreas  $526,00 \text{ km}^2$ , también una altitud de 3824 m.s.n.m. y hasta el 2021 cuenta con una población de 252 671 habitantes.

**Figura 33:** Ubicación de las vías de Juliaca.



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2. Análisis de resultados.**

Se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio, en base al diseño de la mezcla asfáltica en caliente con la aplicación o incorporación de la fibra de vidrio. Empleando agregado de la cantera Isla, y proporcionado por la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca.

El uso del filer, del PEN 120/150 y el uso de la fibra de vidrio en la proporción de 1%, 3% y 5%, en cual esta se incorporó en relación al peso de la mezcla en todos los especímenes.

#### **Análisis granulométrico.**

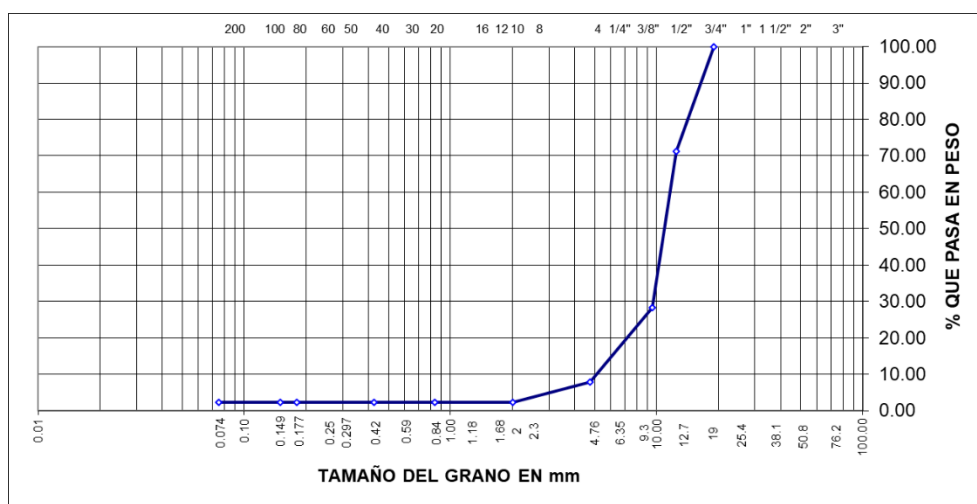
##### **Agregado Grueso Chancado 1/2"**

En la combinación del agregado grueso se realizó métodos y formas en los ensayos correspondientes generando que se realice un análisis del agregado en base al análisis granulométrico y poder evaluar sus costos que representa la ejecución de las mismas en la zona de estudio.

A continuación, con la norma ASTM D-422, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso chancada 1/2" (Ver figura 34) y el trabajo en laboratorio (Ver anexo 2).



**Figura 34: Análisis Granulométrico Piedra Chancada ½”.**



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla que es el resumen del resultado del ensayo de granulometría de la piedra chancada ½”.

**Tabla 8: Resultados del análisis granulométrico de la piedra chancada de ½”.**

Descripción	Peso Inicial: 2315 Grs
	Proporción de agregados.
Grava	92.20%
Arena	7.80%
Fino	0.00%
W natural	0.42%

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

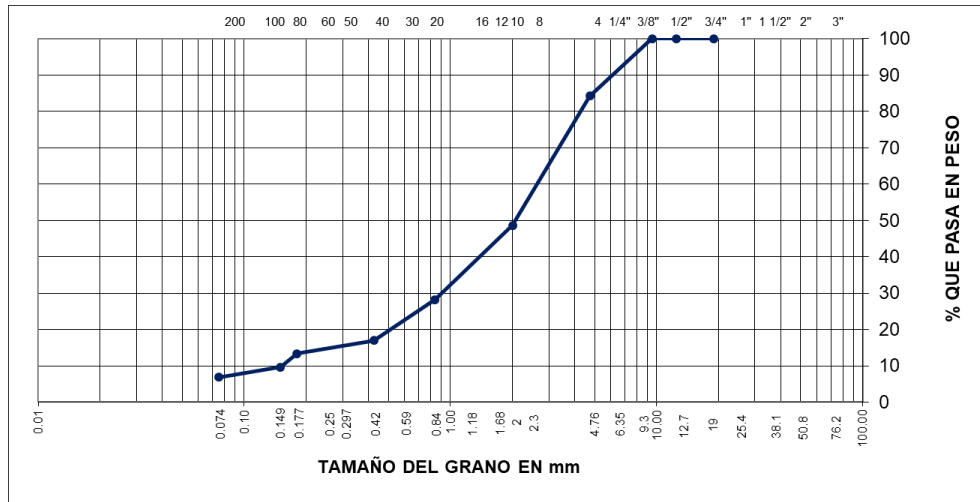
El agregado grueso, con peso de 2315 Grs es dividido por los porcentajes de gravas al 92.20%, arena al 7.80%, fino al 0.00% y W natural al 0.42%.

#### **Agregado Fino Chancado.**

En la combinación del agregado fino chancado, se realizó con agregados gruesos y finos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que por lo cual contribuya con la seguridad y mejora de vida para los habitantes en la ciudad de Juliaca. Para obtener el resultado se realizó el análisis

granulométrico con la norma ASTM D-422, a continuación, se muestra la curva siguiente (Ver figura 35) y el trabajo en laboratorio (Ver anexo 4).

**Figura 35:** *Análisis Granulométrico Arena Chancada.*



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla que es el resumen del resultado del ensayo de granulometría de la arena chancada.

**Tabla 9:** *Resultados del análisis granulométrico de la arena chancada.*

Descripción	Peso Inicial: 2239 Grs
	Proporción de agregados.
Grava	15.70%
Arena	84.30%
Fino	0.00%
W natural	1.26%

Fuente: Elaboración propia.

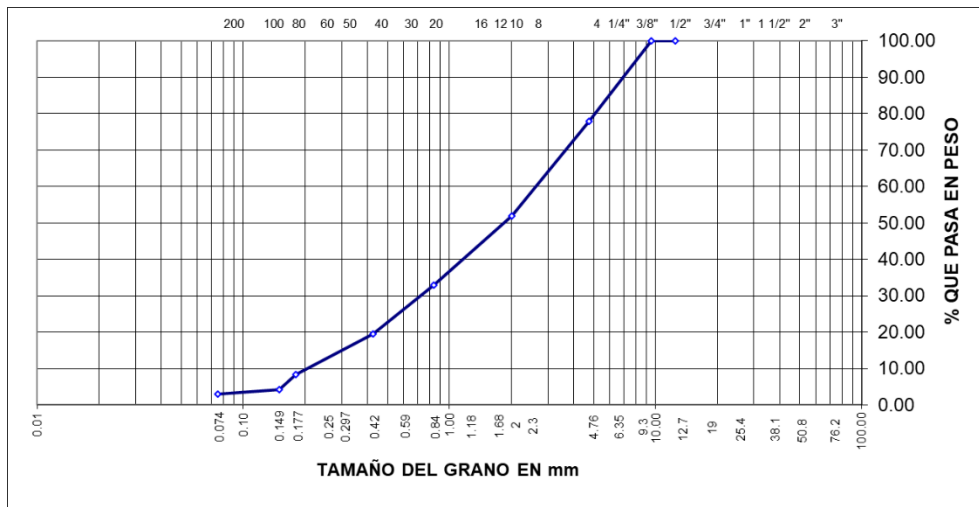
Interpretación:

El agregado grueso, con peso de 2239 Grs es dividido por los porcentajes de gravas al 15.70%, arena al 84.30%, fino al 0.00% y W natural al 1.26%.

### Agregado Fino Natural.

Con la norma ASTM D-422, la combinación del agregado fino natural, también como arena zarandeada natural de acuerdo con las exigencias para las mezclas adecuadas, para obtener los resultados se realizó el análisis granulométrico a continuación se muestra la curva granulométrica del agregado (Ver figura 36) y el trabajo en laboratorio (Ver anexo 4).

**Figura 36:** *Análisis granulométrico arena zarandeada natural.*



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla que es el resumen del resultado del ensayo de granulometría de la arena zarandeada natural.

**Tabla 10:** *Resultados del análisis granulométrico de la arena zarandeada natural.*

Descripción	Peso Inicial:
	Proporción de agregados.
Grava	1005 Grs
Arena	22.00%
Fino	78.00%
W natural	0.00%
	5.11%

Fuente: Elaboración propia.

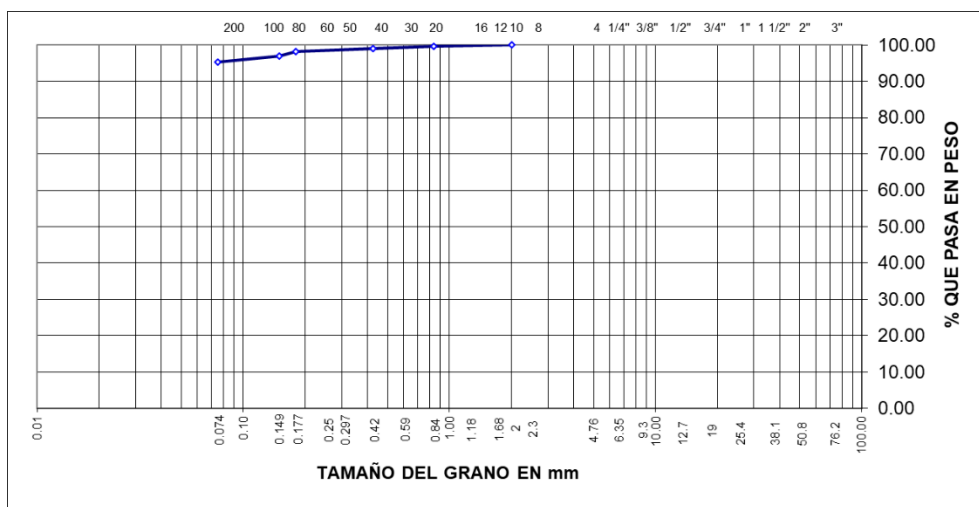
Interpretación:

El agregado grueso, con peso de 1005 Grs es dividido por los porcentajes de gravas al 22.00%, arena al 78.00%, fino al 0.00% y W natural al 5.11%.

### Cal o Filer.

El filer es referido como el cemento asfáltico para la realización de la mezcla asfáltica, que a continuación con la norma ASTM D-422 se muestra la curva granulométrica (Ver figura 37) y el trabajo en laboratorio (Ver anexo 4).

**Figura 37:** *Análisis granulométrico de filer.*



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla que es el resumen del resultado del ensayo de granulometría de la cal o filer.

**Tabla 11:** *Resultados del análisis granulométrico de filer.*

Descripción	Peso Inicial: 520 Grs
	Proporción de agregados.
Grava	0.00%
Arena	100.00%
Fino	0.00%
W natural	0.001%

Fuente: Elaboración propia.

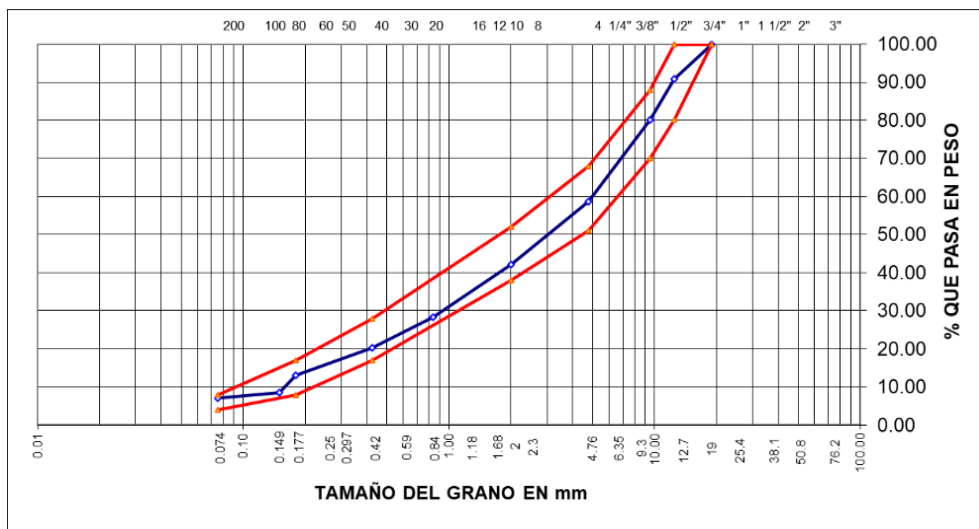
Interpretación:

El agregado grueso, con peso de 520 Grs es dividido por los porcentajes de gravas al 0.00%, arena al 100.00%, fino al 0.00% y W natural al 0.00%.

### Mezcla de Agregados

La mezcla de los agregados gruesos y finos, referente a la combinación de las curvas granulométricas en base a la norma ASTM D-422 (Ver figura 38) (Ver figura 39) y el trabajo en laboratorio (Ver anexo 4).

**Figura 38:** Mezcla de agregados – Teórico.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12:** Resultados de análisis granulométrico mezclas de agregados – Teórico.

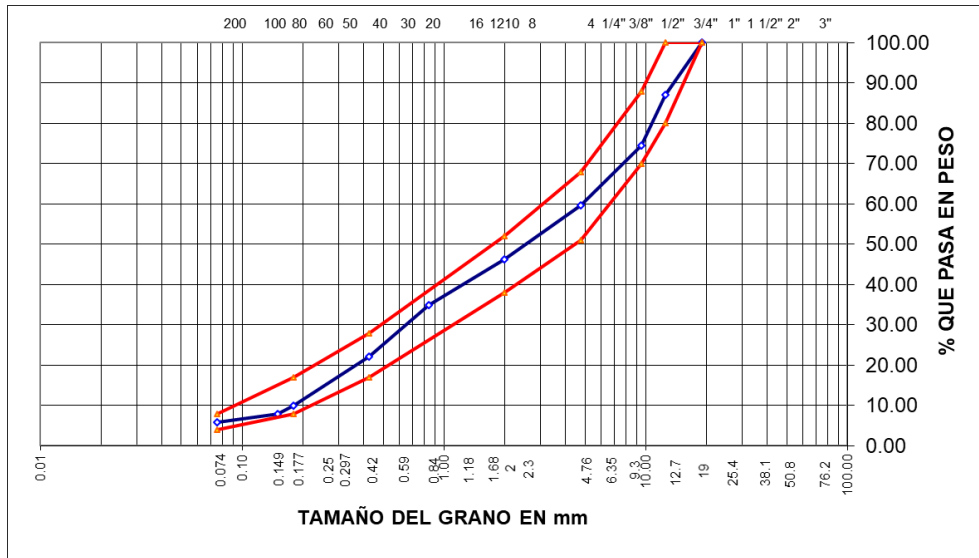
Descripción	Peso Inicial:	5251 Grs
	Peso Fracción:	500 Grs
<b>Proporción de agregados.</b>		
Grava		41.28%
Arena		51.58%
Fino		7.14%
W natural		0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El agregado grueso, con peso de 5251 Grs, peso en fracción 500 Grs y es dividido por los porcentajes de gravas al 41.28%, arena al 51.58%, fino al 7.14% y W natural al 0.00%.

**Figura 39: Mezcla de agregados.**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13: Resultados del análisis granulométrico mezclas de agregados.**

Descripción	Peso Inicial:	4000 Grs
	Proporción de agregados.	
Grava	39.30%	
Arena	53.80%	
Fino	5.90%	
W natural	0.000%	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El agregado grueso, con peso de 4000 Grs, es dividido por los porcentajes de gravas al 39.30%, arena al 53.80%, fino al 5.90% y W natural al 0.00%.

### Partículas chatas y alargadas.

Estas partículas son los que tienen relación de largo con su diámetro mayor en un valor especificado, que son planas y alargadas del agregado, a continuación, se lleva a cabo el siguiente cuadro para obtener el resultado con la norma, ASTM D 4791.

**Tabla 14:** *Partículas chatas y alargadas.*

<b>Descripción</b>	<b>Pesos y Porcentajes</b>	<b>Norma ASTM D 4791</b>	
• Peso total de la muestra	1015 Grs	Requerimiento	
• Sumatoria $L_i \times R_i$	720		
• Sumatoria $R_i$	100		
• % de partículas chatas y alargadas promedio	7.20%	Min. 0.1%	Max. 10%

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación:

El porcentaje de partículas chatas y alargadas promedio consta de 7.20%, que se encuentra dentro del rango de la norma (ASTM D 4791), en el ensayo de determinación de partículas chatas y alargadas. El cual este porcentaje cumple con el requerimiento y una buena influencia del ensayo.

#### Partículas con caras fracturadas a 1 cara y a 2 caras.

Las caras fracturadas se basan según la norma MTC E – 210, el cual indica el requerimiento en relación a la altitud, a continuación:

Para 1 cara fracturada de partículas, tenemos lo consiguiente en la (Tabla 15)

**Tabla 15:** 1 cara fracturada de partículas.

<b>Descripción</b>	<b>Pesos y Porcentajes</b>	<b>Norma MTC E - 210</b>
• Peso total de la muestra	1015 Grs	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)
• Sumatoria Li x Ri	9015	≤3000 >3000
• Sumatoria Ri	100	
• % de partículas chatas y alargadas promedio	90.15%	85/50 90/70

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El porcentaje de partículas de cara fracturada, consta de 90.15% determinado por el ensayo de determinación de partículas de 1 cara fracturada. A 3824 m.s.n.m. la norma MTC E – 210 indica el requerimiento de 90/70, que el 90.15% está dentro del rango.

Para 2 caras fracturada de partículas, tenemos lo consiguiente en la (Tabla 16)

**Tabla 16:** 2 caras fracturadas de partículas.

<b>Descripción</b>	<b>Pesos y Porcentajes</b>	<b>Norma MTC E - 210</b>
• Peso total de la muestra	1015 Grs	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)
• Sumatoria Li x Ri	6414	≤3000 >3000
• Sumatoria Ri	100	
• % de partículas chatas y alargadas promedio	64.14%	85/50 90/70

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El porcentaje de partículas de cara fracturada, consta de 64.14% determinado por el ensayo de determinación de partículas de 2 caras fracturadas. A 3824



m.s.n.m. la norma MTC E – 210 indica el requerimiento de 90/70, que en el ensayo de partículas se obtuvo el 64.14% está dentro del rango.

### Gravedad específica y absorción

Este resultado de acuerdo a la norma ASTM C-128 y MTC E - 206, puede ser expresado como gravedad específica bulk o la gravedad específica aparente de acuerdo a las tablas 17, 18, 19.

**Tabla 17:** Resultado de gravedad específica y absorción del agregado grueso.

DESCRIPCIÓN		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
• Peso Específico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.491	2.491	2.519
• Peso Específico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.544	2.56
• Peso Específico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.621	2.632	2.625
• Absorción	%	1.99	2.16	1.60

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

La norma MTC E – 206, de acuerdo a la altitud > 3000 m.s.n.m. indica que la absorción máxima es de 1.0% y como resultados del ensayo tenemos el peso específico Bulk de base seca, en la siguiente muestra 1 (2.491 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.491 g/ cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.519 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.500 g/ cm<sup>3</sup>. El peso específico Bulk de base saturada, consta en la siguiente muestra 1 (2.540 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.544 g/cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.560 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.548 g/cm<sup>3</sup>, y el peso específico aparente de base seca, con la muestra 1 (2.621 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.632 g/cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.625 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.626 g/cm<sup>3</sup>. El porcentaje de absorción de las 3 muestras es de 1.99%, 2.16% y 1.60%. Con el promedio de estas tres muestras que es de 1.917%, este resultado excede el porcentaje máximo indicado por la norma.

**Tabla 18:** Resultado de gravedad específica y absorción del agregado fino chancada.

DESCRIPCIÓN		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
• Peso Específico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.487	2.47	2.493
• Peso Específico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.549	2.527	2.551
• Peso Específico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.619	2.648
• Absorción	%	2.46	2.30	2.34

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación:

La norma MTC E – 206, de acuerdo a la altitud > 3000 m.s.n.m. indica que la absorción máxima es de 1.0% y como resultados del ensayo tenemos el peso específico Bulk de base seca, en la siguiente muestra 1 (2.487 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.47 g/ cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.493 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.483 g/ cm<sup>3</sup>. El peso específico Bulk de base saturada, consta en la siguiente muestra 1 (2.549 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.527 g/cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.551 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.542 g/cm<sup>3</sup>, y el peso específico aparente de base seca, con la muestra 1 (2.65 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.619 g/cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.648 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.639 g/cm<sup>3</sup>. El porcentaje de absorción de las 3 muestras es de 2.46%, 2.30% y 2.34%. Con el promedio de estas tres muestras que es de 2.367%, este resultado excede el porcentaje máximo indicado por la norma.

**Tabla 19:** Resultado de gravedad específica y absorción del agregado fino chancada.

DESCRIPCIÓN		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
• Peso Específico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.452	2.522	2.489
• Peso Específico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.51	2.582	2.545
• Peso Específico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.604	2.791	2.636
• Absorción	%	2.39	2.35	2.25

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

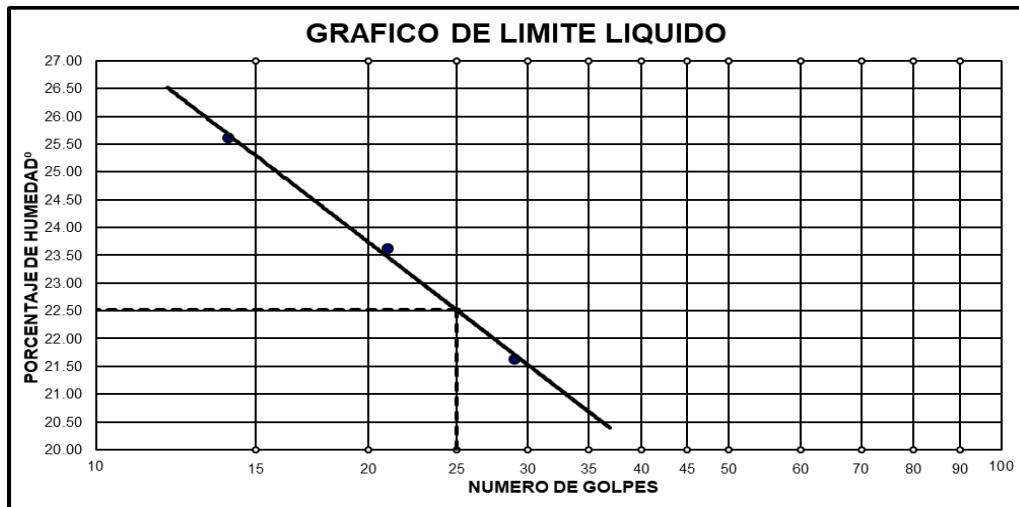
La norma MTC E – 206, de acuerdo a la altitud > 3000 m.s.n.m. indica que la absorción máxima es de 1.0% y como resultados del ensayo tenemos el peso específico Bulk de base seca, en la siguiente muestra 1 (2.452 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.522 g/ cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.489 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.488 g/ cm<sup>3</sup>. El peso específico Bulk de base saturada, consta en la siguiente muestra 1 (2.51 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.582 g/cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.545 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.546 g/cm<sup>3</sup>, y el peso específico aparente de base seca, con la muestra 1 (2.604 g/ cm<sup>3</sup>), muestra 2 (2.791 g/cm<sup>3</sup>, muestra 3 (2.636 g/ cm<sup>3</sup>) y el promedio de las muestras es de 2.677 g/cm<sup>3</sup>. El porcentaje de absorción de las 3 muestras es de 2.39%, 2.35% y 2.25%. Con el promedio de estas tres muestras que es de 2.330%, este resultado excede el porcentaje máximo indicado por la norma.

#### **Límites de consistencia.**

Según las normas ASTM D-424, MTC E 111, se determina los resultados del límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad, en lo cual se aprecia en lo siguiente:

Según la arena chancada, el límite líquido se aprecia en la siguiente figura 40.

**Figura 40:** *Limite liquido de la arena chancada.*



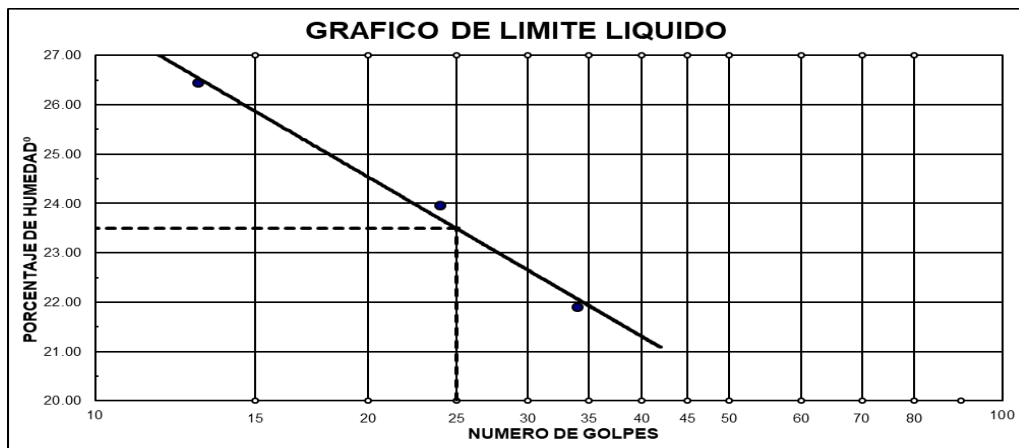
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la figura 40, se aprecia la relación número de golpes con el porcentaje de humedad, tenemos el límite líquido de 22.52%.

En la arena zarandeada natural, el límite líquido se tiene como resultado de acuerdo a la figura 41.

**Figura 41:** *Limite liquido de la arena zarandeada natural.*



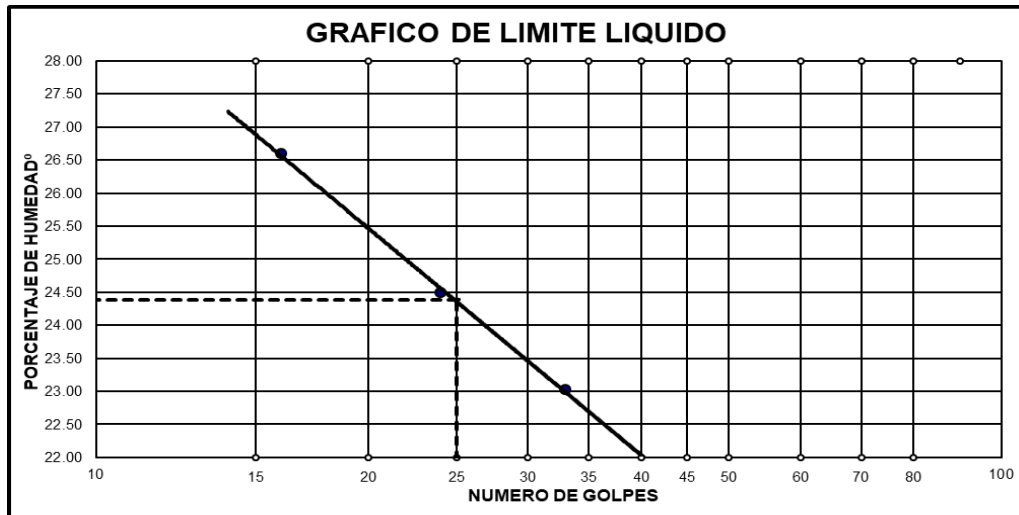
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la figura 41, se aprecia la relación número de golpes con el porcentaje de humedad, tenemos el límite líquido de 23.50%.

En la arena chancada de 3/8", obtenemos como resultado el limite liquido consiguiente con la figura 42.

**Figura 42:** Limite liquido de la arena chancada de 3/8".



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo con la relación número de golpes y el porcentaje de humedad, tenemos el limite liquido de 24.39%.

El limite plástico de la arena chancada de 3/8", tenemos como resultado de acuerdo con la siguiente tabla

**Tabla 20:** Limite plástico de la arena chancada de 3/8"

LIMITE PLÁSTICO	
27T	30T
13.64	15.84
11.83	13.69
1.81	2.15
4.23	4.56
7.60	9.13
<b>23.82</b>	<b>23.55</b>
Promedio: <b>23.68</b>	Rango Acceptable MTC E 111 <b>10.60</b>

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo con la tabla 20, obtenemos el límite plástico de acuerdo a los ensayos correspondientes de la arena chancada de 3/8", de 23.82%, 23.55 y con el promedio de 23.68% es mayor que el rango máximo aceptable de 10,60% de la norma MTC E – 111.

El índice de plasticidad de la arena chancada de 3/8", es el resultado de la diferencia del límite liquido con el límite plástico.

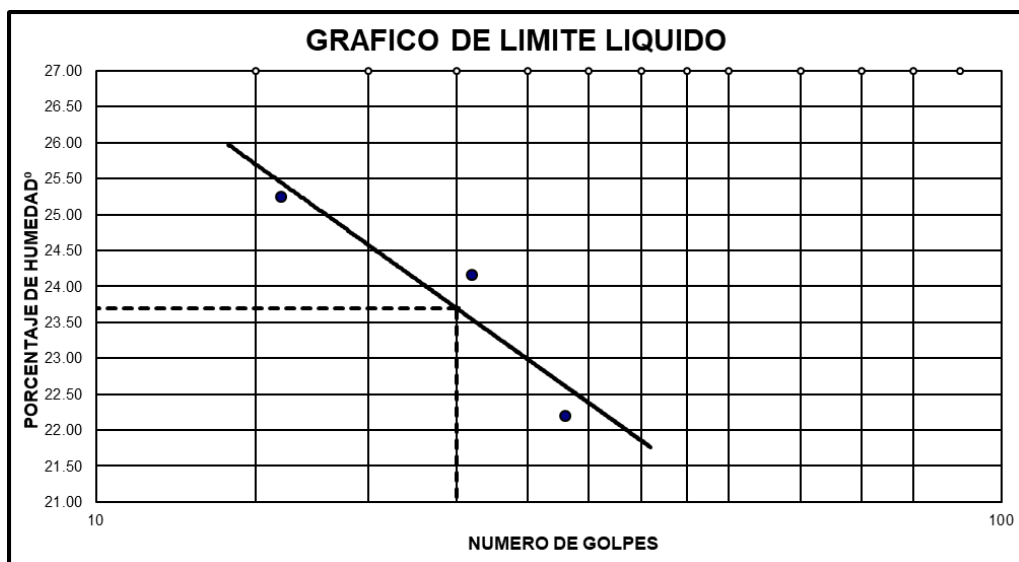
$$IP = LL - LP$$

Interpretación:

La norma MTC E – 111, menciona que a la altitud >3000 m.s.n.m. no se presencian plasticidad, y de acuerdo al ensayo obtenemos el índice de plasticidad de 0.71%.

Según la arena zarandeada, el límite liquido se aprecia en la siguiente figura 43.

**Figura 43:** *Límite líquido de la arena zarandeada.*



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo con la relación número de golpes y el porcentaje de humedad, tenemos el límite liquido de 23.70%.

### **Equivalente de arena.**

Para evaluar la limpieza de los agregados, a través de un índice relativo de proporción de material con las normas MTC E 114 y ASTM D 2419, en la siguiente tabla 21.

**Tabla 21:** *Resumen del ensayo de equivalente de arena.*

Descripción	Muestra			Promedio	MTC E - 114	
	Nº 1	Nº 2	Nº 3		Altitud (m.s.n.m.)	Requerimiento
Arena zarandeada natural	73.50	73.50	70.60	72.50%	≤3000	>3000
Arena chancada	81.60	86.50	84.60	84.2%	60%	70%

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tenemos como resultado el promedio porcentual de la arena zarandeada natural de 72.50% y de la arena chancada de 84.2%, con respecto a la norma MTC E – 114, da a entender que los porcentajes obtenidos del laboratorio son aceptables ya que superan a lo establecido en la norma con relación al 70% a un nivel de 3824 m.s.n.m.

### **Desgaste de abrasión.**

La piedra chancada de ½”, con ASTM C131, MTC E 207 referente al desgaste por abrasión se tiene como resultado el porcentaje de acuerdo a la tabla 22. Obtenido por el laboratorio en el peso total de muestra y a lo indicado en la norma MTC E – 207, en su requerimiento de acuerdo a la altitud se tiene que los valores ≤3000 m.s.n.m. no sobrepase el 40% como máximo y los valores >3000 m.s.n.m. no sobrepase el 35%.

**Tabla 22:** Resultado del ensayo de desgaste de abrasión.

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")		.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")		.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	2,504.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	2,501.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,005.0	3,751.00	1,254.00	<b>25.05%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Tenemos como resultado el promedio porcentual de la piedra chancada de 1/2" es del 25.05% de acuerdo al desgaste del agregado y a lo indicado en la norma MTC E – 207, el porcentaje de desgaste es aceptable de acuerdo a la altitud que es de 3824 m.s.n.m. superior a lo indicado de >3000 m.s.n.m. que dicho porcentaje es menor al 35%.

### Ensayo de durabilidad

El resultado del ensayo de durabilidad, se basa en la resistencia del agregado por la degradación mecánica con la norma ASTM C-88 (Ver tabla 23) y a lo indicado en la norma MTC E – 209, en su requerimiento de acuerdo a la altitud se tiene que los valores ≤3000 m.s.n.m. no sobrepase el 18% como máximo y los valores >3000 m.s.n.m. no sobrepase el 15% como valor máximo, esto adecuado por la norma y obtener resultados en el rango de la investigación.



**Tabla 23:** Resumen de ensayo de durabilidad de agregados.

Descripción		% de perdidas corregidas	MTC E - 209	
Piedra chancada 1/2"	Agregado grueso	7.97%	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
Arena chancada 3/8"	Agregado fino	8.19%	≤3000	>3000
Arena zarandeada natural	Agregado fino	8.87%	18% Max.	15% Max.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El porcentaje de pérdidas realizado por ensayo de durabilidad consta de la piedra chancada 1/2" a un 7.97%, arena chancada 3/8" a un 8.19% y la arena zarandeada a un 8.87%, cuyos resultados son aceptables al no superar el valor máximo de 15% por la norma MTC E – 209.

### Ensayo Marshall.

Según las normas ASTM D-1559 y MTC E 504, se tiene los siguientes datos y resultados en la determinación de la influencia de aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica, el contenido óptimo de la mezcla asfáltica, el volumen de vacíos en la aplicación de fibra de vidrio y la resistencia a la deformación de la mezcla asfáltica en la rehabilitación de los pavimentos flexibles de la ciudad de Juliaca.

Agregado Grueso Chancado 1/2"	: 32.0%
Arena Chancada	: 40.0%
Agregado Fino zarandeado	: 25.0%
Cal	: 3.0%
	100%

**Tabla 24:** Resumen de ensayo Marshall de asfalto convencional.

DESCRIPCIÓN	MARSHALL				
	1	2	3	4	5
% C.A. en peso de la mezcla	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00
Peso unitario (gr/cc.)	2.223	2.236	2.262	2.246	2.224
Estabilidad (lb)	1019	1105	1203	1129	963
Flujo (0.01")	2.83	3.51	3.84	4.21	4.50
Vacios (%)	5.30	4.07	3.10	4.43	6.10
V. M. A. (%)	15.79	15.78	15.24	16.28	17.57
V. LL. C. A. (%)	66.44	74.23	79.66	72.80	65.29

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a la tabla 24, tenemos los resultados de la estabilidad de un mayor de 1129 lb y un menor de 963 lb, flujo de un mayor de 4.50 mm y un menor de 2.83 mm, % de vacíos de un mayor de 6.10% y un menor de 3.10%.

Ensayo realizado con la aplicación de la fibra de vidrio en lo cual obtenemos la siguiente tabla 25, el las cuales se muestra la influencia de la aplicación de las fibras de vidrio en lo siguiente.

**Tabla 25:** Cuadro al 0% de fibra de vidrio.

FIBRA VIDRIO	0%	0%	0%	MTC E- 504
Peso al aire	1165	1170	1172	
Peso en agua	649	649	651	
Volumen	516	521	521	
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2.258	2.246	2.250	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.252</b>		De acuerdo al %optimo
Estabilidad (Kg)	1077	1142	1024	
Fluencia (mm)	4	3.8	3.8	
Prom. estab. (Kg)		<b>1081</b>		831 Kg
Prom. fluencia (mm)		<b>3.87</b>		3–5 mm

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a la tabla 25, tenemos al 0% de fibras de vidrio, el diseño de asfalto convencional, que consta de un promedio de densidad de 2.252 g/cm<sup>3</sup>, el promedio de estabilidad de 1081 Kg que es superior al 831Kg y el promedio de fluencia de 3.87 mm que se encuentra dentro del rango de 3 – 5 mm de la norma MTC E – 504.

Consiguiente el cuadro de resultados con los porcentajes al 1%, 3% y al 5%, con la aplicación de fibras de vidrio.

**Tabla 26:** Cuadro al 1% de fibra de vidrio.

<b>FIBRA VIDRIO</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>MTC E- 504</b>
Peso al aire	1178	1183	1185	
Peso en agua	647	649	650	
Volumen	531	534	535	
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2.218	2.215	2.215	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.217</b>		De acuerdo al %optimo
Estabilidad (Kg)	1124	1045	1142	
Fluencia (mm)	3.6	3.5	3.5	
Prom. estab. (Kg)		<b>1104</b>		831 Kg
Prom. fluencia (mm)		<b>3.53</b>		3–5 mm

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a la tabla 26, tenemos al 1% de fibras de vidrio en el diseño de asfalto convencional, que consta de un promedio de densidad de 2.217 g/cm<sup>3</sup>, el promedio de estabilidad de 1104 Kg y el promedio de fluencia de 3.53 mm. Y de acuerdo a la norma MTC E – 504, se observa que el valor obtenido del ensayo es superior y se encuentran en el rango establecido.

**Tabla 27:** Cuadro al 3% de fibra de vidrio.

<b>FIBRA VIDRIO</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>MTC E- 504</b>
Peso al aire	1185	1180	1178	
Peso en agua	647	645	643	
Volumen	538	535	535	
Densidad (g/cm3)	2.203	2.206	2.202	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.204</b>		De acuerdo al %optimo
Estabilidad (Kg)	1142	1081	1142	
Fluencia (mm)	3.5	3.5	3.3	
Prom. estab. (Kg)		<b>1122</b>		831 Kg
Prom. fluencia (mm)		<b>3.43</b>		3–5 mm

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a la tabla 27, tenemos al 3% de fibras de vidrio en el diseño de asfalto convencional, que consta de un promedio de densidad de 2.204 g/cm<sup>3</sup>, el promedio de estabilidad de 1122 Kg y el promedio de fluencia de 3.43 mm y de acuerdo a la norma MTC E – 504, se observa que el valor obtenido del ensayo es superior y se encuentran en el rango establecido.

**Tabla 28:** Cuadro al 5% de fibra de vidrio.

<b>FIBRA VIDRIO</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>MTC E- 504</b>
Peso al aire	1177	1190	1184	
Peso en agua	641	647	645	
Volumen	536	543	539	
Densidad (g/cm3)	2.196	2.192	2.197	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.194</b>		De acuerdo al %optimo
Estabilidad (Kg)	1114	1052	1142	
Fluencia (mm)	3.3	3.4	3.2	
Prom. estab. (Kg)		<b>1103</b>		831 Kg
Prom. fluencia (mm)		<b>3.30</b>		3–5 mm

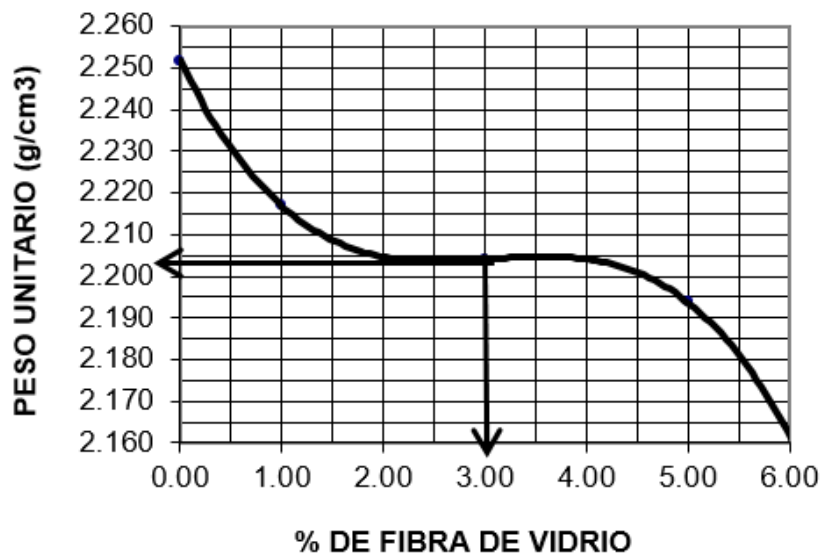
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a la tabla 28, tenemos al 5% de fibras de vidrio en el diseño de asfalto convencional, que consta de un promedio de densidad de 2.194 g/cm<sup>3</sup>, el promedio de estabilidad de 1103 Kg y el promedio de fluencia de 3.30 mm y de acuerdo a la norma MTC E – 504, se observa que el valor obtenido del ensayo es superior y se encuentran en el rango establecido.

De acuerdo a las tablas anteriores, apreciamos que el contenido óptimo para el diseño de la mezcla asfáltica y lo óptimo es el 3% de aplicación de fibra de vidrio, en la siguiente gráfica.

**Figura 44:** Grafica de peso unitario.

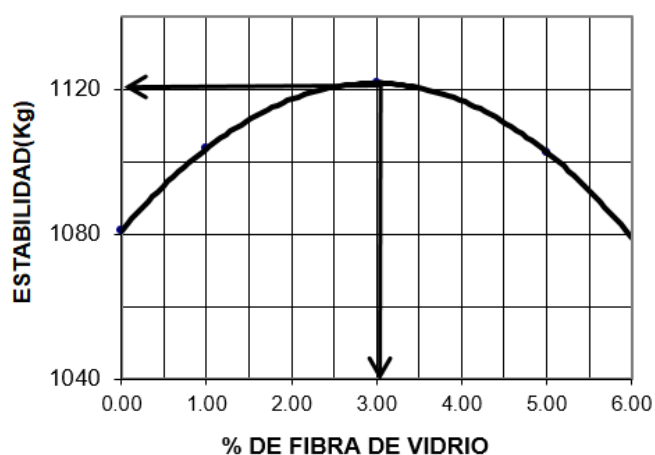


Fuente. Elaboración propia.

Interpretación:

En la gráfica se relaciona con el peso unitario versus el % de fibra de vidrio, al 3% como óptimo para el diseño de mezcla asfáltica, y tener como resultado la densidad de 2.205 g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 45:** *Grafica de estabilidad.*

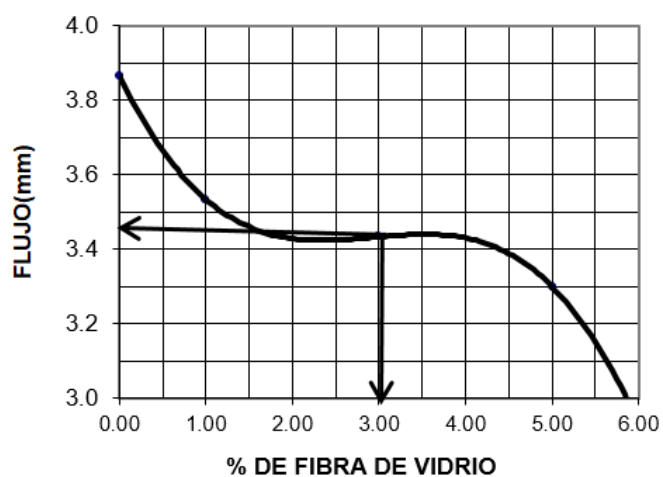


Fuente. Elaboración propia.

Interpretación:

En la gráfica se relaciona con la estabilidad versus el % de fibra de vidrio, al 3% como óptimo para el diseño de mezcla asfáltica, y tener como resultado la estabilidad de 1120 Kg.

**Figura 46:** *Grafica de flujo.*



Fuente. Elaboración propia.

Interpretación:

En la gráfica se relaciona con el flujo versus el % de fibra de vidrio, al 3% como óptimo para el diseño de mezcla asfáltica, y tener como resultado el flujo de 3.45 mm.

El volumen de vacíos en cuanto al diseño de mezclas asfálticas en caliente con la aplicación de fibras de vidrio, en la siguiente tabla 29.

**Tabla 29:** Resumen de diseño de mezclas asfálticas con fibras de vidrio.

DESCRIPCIÓN	MARSHALL				MTC E- 504
	1	2	3	4	
% C.A. en peso de la mezcla	0.00%	1.00%	3.00%	5.00%	
Peso unitario (gr/cc.)	2.252	2.217	2.204	2.194	
Estabilidad (lb)	1081	1104	1122	1103	831 Kg
Flujo (0.01")	3.9	3.5	3.4	3.3	3-5 mm
Vacíos (%)	5.30	4.07	3.10	4.43	3-5 %
V. M. A. (%)	15.79	15.78	15.24	16.28	14.5%
V. LL. C. A. (%)	66.44	74.23	79.66	72.80	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la tabla 29, el porcentaje de vacíos referente al diseño de mezclas asfálticas en caliente con la aplicación de fibra de vidrio al 0% es de 5.30%, al 1% es de 4.07%, al 3% es de 3.10% y al 5% es de 4.43%. Con la norma MTC E- 504, se tiene el rango de 3 – 5 %, y se observa que los valores de diseño se encuentran dentro del rango establecido, como en el óptimo de 3% de diseño que tiene un porcentaje mínimo de vacíos.

La fibra de vidrio con el peso al aire, peso en agua y el volumen, se determina la densidad y obteniendo lo siguiente en la tabla 30.

**Tabla 30:** Resultados de la densidad de la carpeta asfáltica en caliente.

Descripción	Porcentajes de fibra de vidrio.			
	0%	1%	3%	5%
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2.252	2.217	2.204	2.194

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la tabla 30, la densidad al 0% es de 2.252 g/cm<sup>3</sup>, al 1% es de 2.217 g/cm<sup>3</sup>, al 3% es de 2.204 g/cm<sup>3</sup> y al 5% es de 2.194 g/cm<sup>3</sup>.

## **V. DISCUSIÓN**



En la presente investigación se obtuvo los resultados durante este proyecto de investigación, se puede decir que nuestra hipótesis planteada en el inicio del mismo que está establecido para la fibra de vidrio, que se observa una influencia significativa al incorporarlo a la mezcla asfáltica en caliente por los diferentes porcentajes al 1%, 3% y 5%. La estabilidad aumenta y se mantiene constante según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y los parámetros establecidos.

En el resultado de mi investigación “Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021”, tiene una relación de resultados con las investigaciones correspondientes:

**OG – 1: Analizar la influencia de la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.**

En la investigación de **Ortegon y Villabon (2017)**, titulada “Evaluar el Comportamiento de Una Mezcla Asfáltica en Frio Modificada Mediante Fibras Kevlar”, este proyecto realizó 18 briquetas que consta de 3 briquetas sin adición de fibra y 15 briquetas con fibra de kevlar cortadas a 2 cm, con los porcentajes de adición al 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, y 0.30%, la mezcla asfáltica óptima fue la mezcla sin adición de fibras kevlar. Teniendo en cuenta que los resultados del asfalto modificado con kevlar no presenta una mejora al flujo y estabilidad mediante el diseño marshall.

En comparación con mi investigación diseñe 8 briquetas que consta de 2 sin aplicación de fibras de vidrio y 6 briquetas con la aplicación de fibra de vidrio cortadas como hilo de 1 a 2 mm, con porcentajes de adición al 1%, 3% y 5%, la mezcla óptima de asfalto con adición de fibras de vidrio es al 3% a comparación con la mezcla asfáltica convencional. Se concluye que en la investigación con kevlar no influye mejoras, sin embargo con la aplicación de fibras de vidrio influye significativamente en la mejora de la estabilidad y el flujo.

**OE – 1: Determinar el contenido óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con aplicación de fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021,**

En la investigación de **Melendrez y Pinedo (2020)**, titulada “Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad”, para el cual tuvo 3 diseños de 10%, 15% y 20% de vidrio molido para posteriormente comparar con la mezcla asfáltica tradicional, en sus resultados se observa que los porcentajes al 15% y 20% son los más óptimos que cumplen con las especificaciones en la mejora de la estabilidad y flujo y en comparación con mi investigación diseñe la mezcla asfáltica en caliente adicionando porcentajes al 1%, 3% y 5% con fibras de vidrio que en el cual se aprecia que al 3% es el óptimo, se concluye que con el adicionamiento de la fibra de vidrio con la mejora del aumento de la estabilidad y el flujo.

De acuerdo con **Sánchez (2021)**, titulada “Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura”, en el cual esta investigación se preparó una mezcla asfáltica convencional, una con 1%, y una con 2% de caucho reciclado los cuales están expuestos al ensayo Marshall, y como contenido óptimo en el diseño de mezcla asfáltica en la proporción del 1% que cumple con los parámetros y en el cual supera la resistencia a la tracción indirecta a las mezclas mejoradas al 2% de caucho y que en tanto reduce su deformación unitaria.

Al contrario, en mi investigación realice 2 diseños de mezcla asfáltica convencional, 2 al 1%, 2 al 3% y 2 al 5% con la incorporación de fibra de vidrio, en el cual se obtuvo el contenido óptimo al porcentaje del 3% con fibras de vidrio y así superando a los demás diseños de mezcla asfáltica en caliente, y concluyo que en mi investigación cumple con los parámetros de diseño óptimo en la mezcla asfáltica en caliente de acuerdo al incremento de su resistencia

**OE – 2: Determinar la influencia del volumen de vacíos referente a la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021**

Según la investigación de **Staub y Villena (2020)**, con el artículo titulada “Evaluación de la Efectividad del Uso del Índice TDI (Traffic Densification Index) Para la Predicción del Comportamiento de las Mezclas Asfálticas Nanomodificadas Frente a la Deformación Permanente”, esta investigación estudia el comportamiento de una mezcla asfáltica convencional y dos mezclas asfálticas nanomodificadas, una con el 2% de nanotubos de carbono y una con el 3% de nanoarcilla organofílica, en tanto fueron diseñadas por una granulometría equivalente y un ligante asfáltico, realizadas por el método Superpave y como resultados indica que el índice TDI no muestra eficacia al predecir el comportamiento del uso del asfalto modificado, y a comparación con mi investigación estudié la eficacia del comportamiento del asfalto con la incorporación con fibras de vidrio en los porcentajes de 1%, 3% y 5%, comparándolos con el asfalto convencional, aplicados por el ensayo Marshall, y concluyo que en mi diseño de mezcla asfáltica en caliente, tiene un mejor comportamiento en la disminución de los vacíos con la aplicación de fibras de vidrio al 3% que muestra una eficacia en el asfalto para el uso de rehabilitación de los pavimentos flexibles.

**OE – 3: Determinar la densidad en el diseño de la carpeta asfáltica en caliente con fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.**

De acuerdo con **Díaz y Bonilla, (2018)**, titulada “Modificación de Mezclas Asfálticas Mediante Fibras de Vidrio Listas para Instalar”, este proyecto busca el cumplimiento con las exigencias de estabilidad y flujo según las normas de INVIAS, que por lo cual realizó una comparación frente a la mezcla convencional, con un total de 30 briquetas las cuales 3 son sin fibra de vidrio y a los siguientes 3 briquetas de 0.75%, 3 de 0.85%, 3 de 0.95%, 3 de 1.05%, 3 de 1.15%, 3 de 1.25%, 3 de 1.35%, 3 de 1.45% y 3 de 1.55%. En el cual

identifico que la mezcla asfáltica óptima es el diseño de asfalto sin adición de fibras de vidrio porque con la aplicación de fibras se logra perder la resistencia, disminución de la densidad, en el cual se tenía la dificultad de la compactación de elementos.

En mi investigación realicé la misma comparación de asfalto convencional y los asfaltos con aplicación de fibras de vidrio que consta de un total de 8 briquetas, 2 de asfalto convencional sin aplicación de fibras de vidrio y a las siguientes 2 briquetas de 1%, 2 de 3% y 2 de 5%, en el cual se identifiqué que el diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente es adicionando el 3% de fibras de vidrio, de acuerdo a la investigación se concluye que al 3% incrementa la resistencia, con el aumento de la densidad en la cual provoca la disminución de los vacíos en la mezcla.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. La aplicación de fibras de vidrio en la mezcla asfáltica en caliente de acuerdo a la norma MTC E - 504, concluyo que aprecia mejores resultados en la densidad, estabilidad, flujo y menor porcentaje de vacíos.
2. Para comprobar el contenido óptimo del diseño de mezcla asfáltica en caliente en la rehabilitación del pavimento flexible, concluyo que el porcentaje más óptimo en la investigación es del 3% de la aplicación de fibra de vidrio para tener una mejor estabilidad de 1122 Kg y flujo de 3.43 mm.
3. Se puede observar que existe una influencia de los vacíos en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, se concluye que el asfalto convencional tiene como porcentaje de vacíos de 5.30% y con la aplicación de fibras de vidrio en las proporciones del 1%, 3% y 5% se tiene como porcentaje de vacíos de 4.07%, 3.10% y 4.43%, confirmando que al incorporar la fibra de vidrio al 3% el porcentaje de vacíos es menor en el diseño.
4. Finalmente se concluye que la densidad en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente con fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles, se obtuvo resultados influyentes al 2.217 g/cm<sup>3</sup>, 2.204 g/cm<sup>3</sup> y 2.194 g/cm<sup>3</sup>.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la aplicación de la fibra de vidrio en la mezcla asfáltica, por el comportamiento eficaz de la mezcla optima al 3% de fibra, en la rehabilitación de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.
2. Por la mejora en el diseño de mezcla asfáltica en caliente que se apreció en los resultados, se recomienda utilizar la mezcla asfáltica con el porcentaje optimo del 3% con fibra de vidrio, para aplicar en la rehabilitación de los pavimentos flexibles en base a sus problemas.
3. La influencia de vacíos en el diseño del asfalto convencional y el asfalto con aplicación de fibras de vidrio, se recomienda utilizar el diseño de mezclas asfálticas en caliente con menor porcentaje de vacíos y poder tener un buen periodo de diseño del pavimento flexible.
4. Se recomienda según los resultados de los ensayos de laboratorio, tomar en cuenta la densidad del porcentaje más óptimo del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificado e influyente para la rehabilitación de pavimentos flexibles.



## REFERENCIAS

- Acosta Alvarez, D., Moll Martínez, R., & González Guerra, G. (2017). Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11(1), 14.
- Barrera Arciniegas, J., Cubides Suarez, G., & Rodriguez Mojica, C. O. (2017). Comparación Del Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Asfáltica Tipo mdc-19 Adicionada Con Fibras De Terlenka y Una Mezcla Asfáltica Convencional. (*Tesis De Grado*). Universidad Católica De Colombia, Bogota - Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14620/1/COMPARACION%20MECANICA%20DE%20UNA%20MEZCLA%20TIPO%20MDC-19%20ADICIONADA%20CON%20FIBRAS%20DE%20TERLENKA%20CON%20UNA%20MEZCLA%20CONVENCIONAL.pdf>
- Borja S, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo.: s.n. Obtenido de [https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil?from_action=save)
- Castillo Rutti, A. E., & Chávarri Vásquez, A. J. (2020). *Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020*. Lima.
- 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>
- Diaz Giraldo, J. H., & Bonilla Murillo, A. R. (2018). *Modificación de Mezclas Asfálticas Mediante Fibras de Vidrio Listas para Instalar*. Alto Magdalena: Universidad Piloto de Colombia.
- Flores Perez, J. R. (2018). Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018. (*Tesis de Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25348>

- Garcia 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>
- Gonzales Seijas, M. J., & Luquillas Alderete, K. D. (2019). Evaluación Del Comportamiento Mecánico De La Mezcla Asfáltica En Caliente Mejorada Con Fibra Acrílica Respecto a La Mezcla Asfáltica Convencional. (*Tesis De Grado*). Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2818/CIV\\_T030\\_70817847\\_T%20%20%20LUQUILLAS%20ALDERENTE%20KARLA%20DE%20LA%20LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2818/CIV_T030_70817847_T%20%20%20LUQUILLAS%20ALDERENTE%20KARLA%20DE%20LA%20LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernandez Hernandez, 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 Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huaman 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>
- Huillcaya Cuchillo, M. E. (2019). Influencia de la aplicación de fibra de vidrio y acero en el comportamiento mecánico del concreto para vías de bajo tránsito, Abancay - 2019. (*Tesis de Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57514>
- Humpiri Pineda, K. (2015). Análisis Superficial de Pavimentos Flexibles Para el Mantenimiento de Vías en la Región de Puno. (*Tesis de grado*). Universidad

- Andina "Nestor Caceres Velasquez", Juliaca. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- INEI. (2014). Mapa político del Perú. *Mapas*, 17. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1253/Mapas.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/Mapas.pdf)
- Lopera Palacio, C., & Cordoba Maquilon, J. (2014). Diseño de Mezcla Asfáltica Tibia a Partir de la Mezcla de Asfalto y Aceite Crudo de Palma. *Dyna, Universidad Nacional de Colombia*, 80(179), 11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49627363012>
- Melendrez Caucha, J., & Pinedo Pinedo, W. (2020). Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad. (*Tesis de Grado*). Universidad Cesar Vallejo., Trujillo.
- Meza Lorenzo, A. (2019). *Uso De La Fibra De Cabuya Para El Analisis Del Comportamiento Mecanico De Una Mezcla Asfáltica En Caliente - 2019*. Huanuco: Universidad De Huanuco.
- Morales Fournier, J., Alonso Aenlle, A., Moll Martínez, R., & López Quintana, O. (2019). Influencia del ensayo de fragmentación en la combinación granulométrica de las mezclas asfálticas con adición de material fresado de los pavimentos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(2), 11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1939/193960058002/>
- Navarro Jimenez, J. M. (2017). Propuesta De Diseño De Mezclas Asfálticas Con Adiciones De Pet. (*Tesis De Pre - Grado*). Universidad Señor De Sipan, Pimentel - Peru. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS\\_cb8e191ab16ca5a2c93b7b8fb79152fe](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_cb8e191ab16ca5a2c93b7b8fb79152fe)
- Ortegon Sabogal, D. F., & Villabon Abello, A. F. (2017). Evaluar El Comportamiento De Una Mezcla Asfáltica En Frio Modificada Mediante Fibras Kevlar. (*Tesis De Grado*). Universidad Piloto De Colombia, Magdalena. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5766>

- 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/y6er4k7z-diseno-mezclas-asfalticas-caucho-sbr-usando-metodo-marshall.html>
- Quispe Valdivia, J. J., & Vargas Medina, Y. M. (2020). Diseño de Pavimento flexible Tramo Puente Santo Toribio - Centro Poblado Miraflores, Independencia - Huaraz-Ancash, 2019. (*Tesis de Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Huaraz - Peru. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48309>
- Ramírez Ventura, Y. K., & Gamarra Villanueva, C. L. (2014). Diseño de una Red de Banda Ancha Para la Region. (*Tesis de pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5295/RAMIREZ\\_YOSELIN\\_DISE%C3%91O\\_RED\\_BANDA\\_ANCHA\\_PUNO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5295/RAMIREZ_YOSELIN_DISE%C3%91O_RED_BANDA_ANCHA_PUNO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Revelo Lopez, G. A. (2015 - 2016). Estabilización De Mezclas Asfálticas Drenantes Mediante La Inclusión De Fibras De Vidrio y Metálicas. (*Tesis De Grado*). Universidad De Guayaquil, Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14856>
- Reyes Rivera, L. M. (2019). Análisis Comparativo Diseño de Mezclas Asfáltica Método Marshall Tradicional vs Permeable con Agregado de la Cantera del Río San Luis. (*Tesis de Grado*). Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13926>
- Rodriguez De Brito, J. L. (2020). Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas usandopolímeros SBR y polipropileno en la Av. Defensores del Morro,Chorrillos 2020. (*Tesis de Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63846>
- Roman, M. P. (2014). *Plan de desarrollo institucional*. Juliaca: Gerencia de Planeamiento y Presupuesto. Obtenido de [https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12192/PLAN\\_12192\\_2014\\_PDI-MP-SAN\\_ROMAN\\_2011\\_-\\_2014.pdf](https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12192/PLAN_12192_2014_PDI-MP-SAN_ROMAN_2011_-_2014.pdf)

- Sánchez Córdova, H. M. (2021). Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura. (*Tesis de Grado*). Universidad de Piura., Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4871>
- Sika. (s.f.). Concreto Reforzado por Fibras. *Construyendo Confianza*, 24.
- Staub de Melo, J., & Villena, J. (2020). Evaluación de la efectividad del uso del índice TDI (Traffic Densification Index) para la predicción del comportamiento de las mezclas asfálticas nanomodificadas frente a la deformación permanente. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 14. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n3/0718-5073-ric-35-03-322.pdf>
- 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>

## **ANEXOS**

Anexo 01: Matriz de consistencia.

Anexo 02: Similitud – Turnitin.

Anexo 03: Validación de instrumentos de recolección de datos.

Anexo 04: Ensayos de laboratorio.

Anexo 05: Panel fotográfico.

Anexo 01: **MATRIZ DE CONSISTENCIA.**

TÍTULO: “Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021”								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>Variable Independiente:</b> Aplicación de fibra de vidrio	Evaluación y análisis físico	Peso específico.	Ensayo de Gravedad Específica y Absorción (ASTM C – 128)	<b>Método:</b> Científico  <b>Tipo:</b> Aplicada  <b>Diseño:</b> Experimental  <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo – Explicativo  <b>Población:</b> Los pavimentos flexibles de la ciudad de Juliaca.  <b>Muestra:</b> Fibra de vidrio y mezcla asfáltica, 8 briquetas de mezcla asfáltica en caliente.  <b>Muestreo:</b> No probabilístico  <b>Técnicas:</b> La observación experimental.  <b>Instrumentos:</b> •La guía de observación. •Gráficos. •Las tablas. •La ficha de recolección de resultados.	
¿Cómo influye la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021?	Analizar la influencia de la aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.	La aplicación de fibras de vidrio influye significativamente en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.			Propiedades mecánicas	Contenido óptimo.		Ensayo Marshall (ASTM D – 1559)
						Granulometría.		Ensayo de Análisis Granulométrico (ASTM D – 422)
						Estabilidad		Ensayo de Estabilidad Retenida
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>	<b>Hipótesis Específicos:</b>	<b>Variable Dependiente:</b> Mezcla asfáltica en caliente	Ensayos de mezcla asfáltica	Vacíos.	Ensayo Marshall (ASTM D – 1559)		
1. ¿Qué efectos se han producido en el contenido óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con aplicación de fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021? 2. ¿Cuáles fueron los resultados referentes a los volúmenes de vacíos con la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021? 3. ¿Cómo influye la aplicación de fibra de vidrio en la densidad del diseño de la mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021?	1. Determinar el contenido óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con aplicación de fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. 2. Determinar la influencia del volumen de vacíos referente a la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. 3. Determinar la densidad en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente con fibra de vidrio para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.	1. El contenido óptimo produce efectos favorables en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. 2. Los resultados referentes a los volúmenes de vacíos son favorables en la aplicación de fibra de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021. 3. La fibra de vidrio influye significativamente en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021.			Método Marshall	Flujo.	Ensayo Marshall (ASTM D – 1559)	
						Rotura de briquetas.	Ensayo Marshall (ASTM D – 1559)	
						Estabilidad máxima.	Ensayo de Estabilidad Retenida Ensayo Marshall (ASTM D – 1559)	
					Deformabilidad.	Ensayo Marshall (ASTM D – 1559)		

Fuente: Elaboración propia



Anexo 02: **SIMILITUD - TURNITIN.**

Tesis (Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021) (4).pdf - Adobe Acrobat Reader DC (32-bit)

Archivo Edición Ver Firmar Ventana Ayuda

Inicio Herramientas Tesis (Aplicación de ... x Iniciar sesión

81 / 86 66.7%

### Tesis (Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021)

ORIGINALITY REPORT

21%	20%	3%	8%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



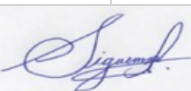

1	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	5%
2	repositorio.unipiloto.edu.co Internet Source	2%
3	riunet.upv.es Internet Source	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	1%
5	repositorio.urp.edu.pe Internet Source	1%
6	hdl.handle.net	1%

Escribe aquí para buscar

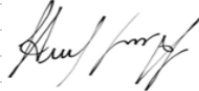
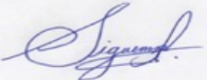
06:33 27/07/2021

Anexo 03: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**



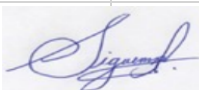
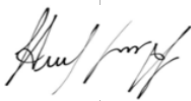
# INSTRUMENTO 1: Análisis Granulométrico Tamizado.

		EVALUACION DE EXPERTOS			UCV				
<b>TITULO DE LA TESIS:</b>		Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021							
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR:</b>		Ponce Quispe, Abelardo Jersson							
<b>FECHA:</b>		24/07/2021	<b>INSTRUMENTO:</b>		Análisis Granulométrico Tamizado.				
<b>INDICADORES:</b>									
1. Claridad.	Esta formulado con lenguaje.								
2. Objetividad.	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								
3. Actualidad.	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.								
4. Organización.	Existe una organización loagica.								
5. Eficiencia.	Toma en cuenta los aspectos metodologicos esenciales.								
6. Internacionalidad.	Esta adecuado para valorar las variables de las hipotesis.								
7. Consistencia.	Se respalda en fundamentos teroicos y científicos.								
8. Coherenci.	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipotesis, variables e hindicadores.								
9. Metodología.	La estrategia responde una metodologia y diseño aplicados para lograr las hipotesis.								
10. Pertinencia.	El instrumento muestra la relacion de la investigación y su adecuacion al metodo científico.								
<b>Escala de Valores</b>									
1 = Inaceptable		2 = Deficiente		3 = Regular		4 = Bueno		5 = Excelente	
CONTENIDO				EVALUACION					
EXPERTO	INDICADORES	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5		
Experto 1	1. Claridad.								X
	2. Objetividad.								X
	3. Actualidad.					X			
	4. Organización.								X
	5. Eficiencia.								X
	6. Internacionalidad.					X			
	7. Consistencia.								X
	8. Coherenci.								X
	9. Metodología.								X
	10. Pertinencia.								X
Experto 2	1. Claridad.			X					
	2. Objetividad.			X					
	3. Actualidad.			X					
	4. Organización.								X
	5. Eficiencia.								X
	6. Internacionalidad.				X				
	7. Consistencia.								X
	8. Coherenci.								X
	9. Metodología.								X
	10. Pertinencia.								X
Experto 3	1. Claridad.								X
	2. Objetividad.				X				
	3. Actualidad.					X			
	4. Organización.		X						
	5. Eficiencia.		X						
	6. Internacionalidad.				X				
	7. Consistencia.				X				
	8. Coherenci.				X				
	9. Metodología.				X				
	10. Pertinencia.								X
									
			<b>Experto 1:</b> Ing. Samir Arevalo Vidal						
 									
<b>Experto 2:</b> Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto			<b>Experto 3:</b> Ing. Luis Alberto Segura Terrones						

## INSTRUMENTO 2: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente.

		EVALUACION DE EXPERTOS			UCV				
<b>TITULO DE LA TESIS:</b>		Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021							
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR:</b>		Ponce Quispe, Abelardo Jersson							
<b>FECHA:</b>		24/07/2021	<b>INSTRUMENTO:</b>	Diseño de Mezcla Asfaltica en Caliente					
<b>INDICADORES:</b>									
1. Claridad.	Esta formulado con lenguaje.								
2. Objetividad.	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								
3. Actualidad.	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigacion.								
4. Organización.	Existe una organización loagica.								
5. Eficiencia.	Toma en cuenta los aspectos metodologicos esenciales.								
6. Internacionalidad.	Esta adecuado para valorar las variables de las hipotesis.								
7. Consistencia.	Se respalda en fundamentos teroicos y científicos.								
8. Coherenci.	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipotesis, variables e hindicadores.								
9. Metodologia.	La estrategia responde una metodologia y diseño aplicados para lograr las hipotesis.								
10. Pertinencia.	El instrumento muestra la relacion de la investigacion y su adecuacion al metodo científico.								
<b>Escala de Valores</b>									
1 = Inaceptable		2 = Deficiente		3 = Regular		4 = Bueno		5 = Excelente	
CONTENIDO				EVALUACION					
EXPERTO	INDICADORES	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5		
Experto 1	1. Claridad.								X
	2. Objetividad.								X
	3. Actualidad.								X
	4. Organización.				X				
	5. Eficiencia.								X
	6. Internacionalidad.								X
	7. Consistencia.								X
	8. Coherenci.								X
	9. Metodologia.								X
	10. Pertinencia.			X					
Experto 2	1. Claridad.								X
	2. Objetividad.								X
	3. Actualidad.		X						
	4. Organización.								X
	5. Eficiencia.								X
	6. Internacionalidad.								X
	7. Consistencia.								X
	8. Coherenci.				X				
	9. Metodologia.								X
	10. Pertinencia.								X
Experto 3	1. Claridad.								X
	2. Objetividad.								X
	3. Actualidad.								X
	4. Organización.		X						
	5. Eficiencia.								X
	6. Internacionalidad.								X
	7. Consistencia.								X
	8. Coherenci.								X
	9. Metodologia.								X
	10. Pertinencia.				X				
									
			<b>Experto 1:</b> Ing. Samir Arevalo Vidal						
									
<b>Experto 2:</b>	Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto				<b>Experto 3:</b> Ing. Luis Alberto Segura Terrones				

### INSTRUMENTO 3: Guía de Observación de las Normas Viales.

		EVALUACION DE EXPERTOS			<b>UCV</b>		
<b>TITULO DE LA TESIS:</b>		Aplicación de Fibras de Vidrio en el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Para Rehabilitar Pavimentos Flexibles en Juliaca, 2021					
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR:</b>		Ponce Quispe, Abelardo Jersson					
<b>FECHA:</b>		24/07/2021	<b>INSTRUMENTO:</b>	Guía de Observacion de las Normas Viales			
<b>INDICADORES:</b>							
1. Claridad.	Esta formulado con lenguaje.						
2. Objetividad.	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.						
3. Actualidad.	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigacion.						
4. Organización.	Existe una organización loagica.						
5. Eficiencia.	Toma en cuenta los aspectos metodologicos esenciales.						
6. Internacionalidad.	Esta adecuado para valorar las variables de las hipotesis.						
7. Consistencia.	Se respalda en fundamentos teroicos y científicos.						
8. Coherenci.	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipotesis, variables e hindicadores.						
9. Metodologia.	La estrategia responde una metodologia y diseño aplicados para lograr las hipotesis.						
10. Pertinencia.	El instrumento muestra la relacion de la investigacion y su adecuacion al metodo científico.						
<b>Escala de Valores</b>							
1 = Inaceptable		2 = Deficiente		3 = Regular		4 = Bueno	
						5 = Excelente	
CONTENIDO			EVALUACION				
EXPERTO	INDICADORES	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5
Experto 1	1. Claridad.						X
	2. Objetividad.						X
	3. Actualidad.						X
	4. Organización.						X
	5. Eficiencia.						X
	6. Internacionalidad.						X
	7. Consistencia.						X
	8. Coherenci.						X
	9. Metodologia.						X
	10. Pertinencia.						
Experto 2	1. Claridad.			X			
	2. Objetividad.						X
	3. Actualidad.					X	
	4. Organización.						X
	5. Eficiencia.		X				
	6. Internacionalidad.						X
	7. Consistencia.					X	
	8. Coherenci.						X
	9. Metodologia.						X
	10. Pertinencia.						
Experto 3	1. Claridad.						X
	2. Objetividad.		X				
	3. Actualidad.					X	
	4. Organización.			X			
	5. Eficiencia.				X		
	6. Internacionalidad.					X	
	7. Consistencia.			X			
	8. Coherenci.		X				
	9. Metodologia.			X			
	10. Pertinencia.						
							
		<b>Experto 1:</b> Ing. Samir Arevalo Vidal					
							
<b>Experto 2:</b>		Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto					
							
		<b>Experto 3:</b> Ing. Luis Alberto Segura Terrones					

INSTRUMENTO	PUNTAJES DE LOS EXPERTOS			Sx <sub>1</sub>	M <sub>x</sub>	CVC <sub>i</sub>	P <sub>ei</sub>	CVC <sub>tc</sub>
	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3					
Análisis Granulométrico Tamizado.	46	38	20	104	2.08	0.693333	0.037037	0.656296
Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	43	43	43	129	2.58	0.86	0.037037	0.822963
Guía de Observación de las Normas Viales	50	40	29	119	2.38	0.793333	0.037037	0.756296

Según H Hernández Nieto

INSTRUMENTO	VALIDACION		0.53 a menos	Validez nula
	CVC <sub>tc</sub>	CVC <sub>tc</sub>	0.54 a 0.59	Validez baja
Análisis Granulométrico Tamizado.	0.656296	66%	0.60 a 0.65	Válida
Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	0.822963	82%	0.66 a 0.71	Muy válida
Guía de Observación de las Normas Viales	0.756296	76%	0.72 a 0.99	Excelente validez
			1	Validez perfecta
	Promedio:	75%		

Confiabilidad:

Por el Metodo **Alfa de Cronbach**

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

α: Coeficiente de confiabilidad del cuestionario  
k: Número de ítems del instrumento  
 $\sum_{i=1}^k S_i^2$ : Sumatoria de las varianzas de los ítems.  
 $S_T^2$ : Varianza total del instrumento.

Varianza:	118.2222	0	73.55556
Sumatoria de Varianzas:	191.7778		
Suma:	139	121	92
Varianza de la Suma de los Ítems	374.8889		

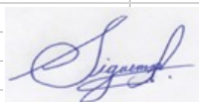
α: 0.732662

73%

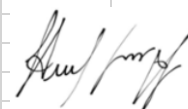
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta



Experto 1: Ing. Samir Arevalo Vidal



Experto 2: Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto



Experto 3: Ing. Luis Alberto Segura Terrones

Anexo 04: **ENSAYOS DE LABORATORIO.**



PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

CANTERA : ISLA

TECN. RESPONS. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2"

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

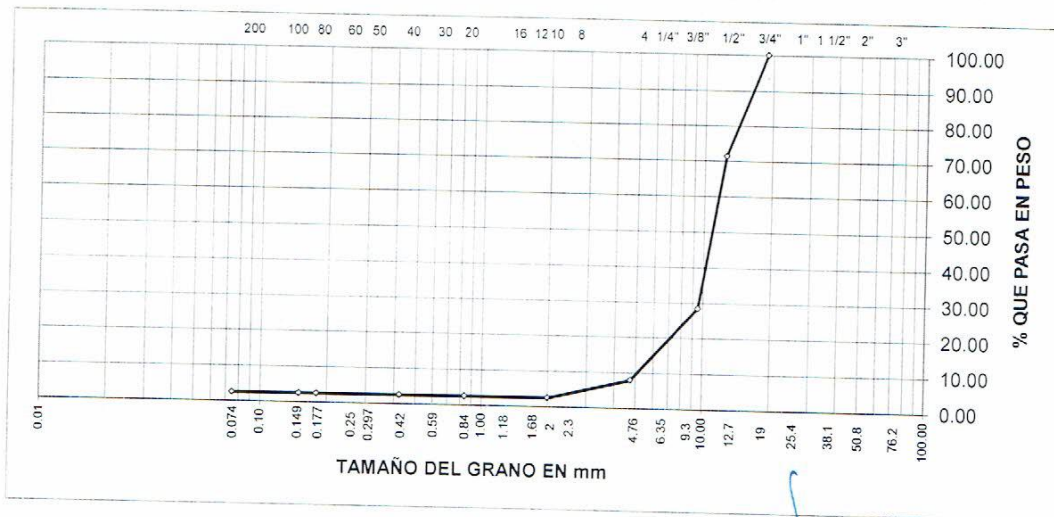
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO DE LA OBRA

FECHA : 28/05/2021

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						DATOS DE LA MUESTRA:
1 1/2"	37.500						Peso inicial : 2315 Grs
1"	25.000						Peso fracción : Grs
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500	664.00	28.70	28.70	71.30		Grava : 92.20 %
3/8"	9.500	994.00	42.90	71.60	28.40		Arena : 7.80 %
No.04	4.750	478.00	20.60	92.20	7.80		Fino : 0.00 %
No.10	2.000	125.00	5.40	97.60	2.40		W natural : 0.42 %
No.20	0.840	0.00	0.00	97.60	2.40		
No.40	0.425	0.00	0.00	97.60	2.40		OBSERVACIONES:
No.80	0.180	0.00	0.00	97.60	2.40		
No.100	0.150	0.00	0.00	97.60	2.40		
No.200	0.075	0.00	0.00	97.60	2.40		
<No.200		54.00	2.40	100.00			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Rutas y Construcción

ALFREDO ALARCON A. QUACHA

PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

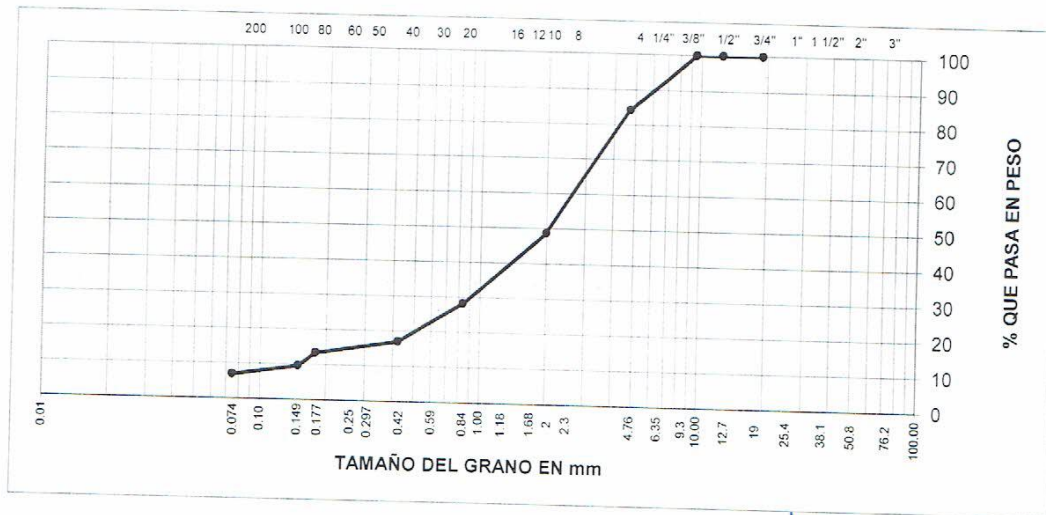
CANtera : ISLA  
MUESTRA : ARENA CHANCADA  
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

TECN. RESPONS. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE  
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.  
FECHA : 28/05/2021

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						DATOS DE LA MUESTRA:
1 1/2"	37.500						Peso inicial : 2239 Grs
1"	25.000						Peso fracción : Grs
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 15.70 %
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 84.30 %
No.04	4.750	351.00	15.70	15.70	84.30		Fino : 0.00 %
No.10	2.000	799.00	35.70	51.40	48.60		W natural : 1.26 %
No.20	0.840	457.00	20.40	71.80	28.20		
No.40	0.425	251.00	11.20	83.00	17.00		OBSERVACIONES:
No.80	0.180	80.00	3.60	86.60	13.40		
No.100	0.150	85.00	3.80	90.40	9.60		
No.200	0.075	61.00	2.70	93.10	6.90		
<No.200		155.00	6.90	100.00			

#### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Electricidad y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATANUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Lic. 81732



PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

CANTERA : ISLA

MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

TECN. RESPON. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE

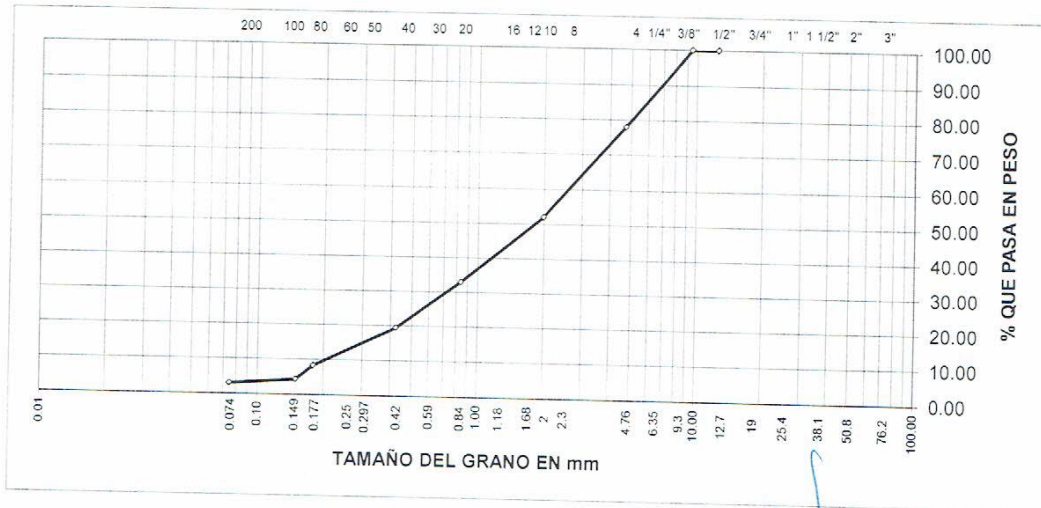
ING. RESPON. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 28/05/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						DATOS DE LA MUESTRA: Peso inicial : 1005 Grs Peso fracción : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS: Grava : 22.00 % Arena : 78.00 % Fino : 0.00 % W natural : 5.11 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	221.00	22.00	22.00	78.00		
No.10	2.000	261.00	26.00	48.00	52.00		
No.20	0.840	192.00	19.10	67.10	32.90		
No.40	0.425	136.00	13.50	80.60	19.40		OBSERVACIONES:
No.80	0.180	112.00	11.10	91.70	8.30		
No.100	0.150	40.00	4.00	95.70	4.30		
No.200	0.075	13.00	1.30	97.00	3.00		
<No.200		30.00	3.00	100.00			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
*Ingeniería de Pavimentos, Asfalto y Construcción*

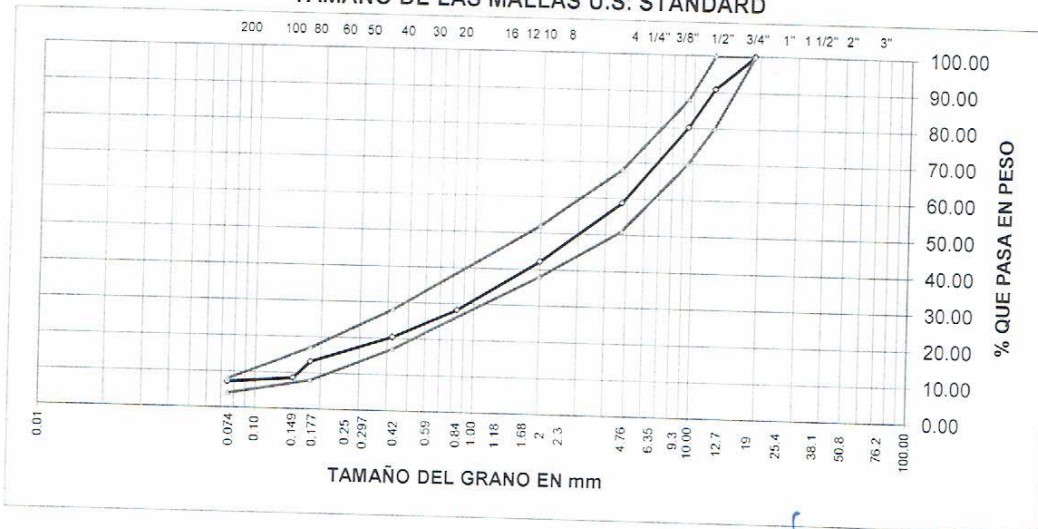
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81702

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
 CANTERA : ISLA  
 MUESTRA : MEZCLA DE AGREGADOS  
 UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO  
 TECN. RESPON. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISP  
 ING. RESPON. : ALFREDO ALARCON A.  
 FECHA : 28/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(TEORICA)**

Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa		% Que Pasa	% Que Pasa	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000	PIEDRA	ARENA	ARENA		MEZCLA		Peso inicial : 5251 Grs
2 1/2"	63.000	CHANC.	CHANC.	NATURAL	FILLER	TOTAL		Peso fracción : 500 Grs
2"	50.000							Grava : 41.28 %
1 1/2"	37.500	32%	40.0%	25.0%	3.0%	100%		Arena : 51.58 %
1"	25.000							Fino : 7.14 %
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100 - 100	W natural : %
1/2"	12.500	71.30	100.00	100.00	100.00	90.82	80 - 100	
3/8"	9.500	28.40	100.00	100.00	100.00	80.09	70 - 88	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	7.80	84.30	78.00	100.00	58.72	51 - 68	L.L. : %
No.10	2.000	2.40	48.60	52.00	100.00	42.21	38 - 52	L.P. : %
No.20	0.840	2.40	28.20	32.90	99.60	28.26		I.P. : %
No.40	0.425	2.40	17.00	19.40	99.00	20.39	17 - 28	
No.80	0.180	2.40	13.40	8.30	98.20	13.15	8 - 17	
No.100	0.150	2.40	9.60	4.30	97.00	8.59		CLASIFICACION
No.200	0.075	2.40	6.90	3.00	95.30	7.14	4 - 8	SUCS : %
<No.200								AASHTO : %

**REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Construcción y Construcción  
 ALFREDO ALARCON ATARUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 81732



**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA

**MUESTRA** : MEZCLA DE AGREGADOS

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO

**TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONCE QUISP

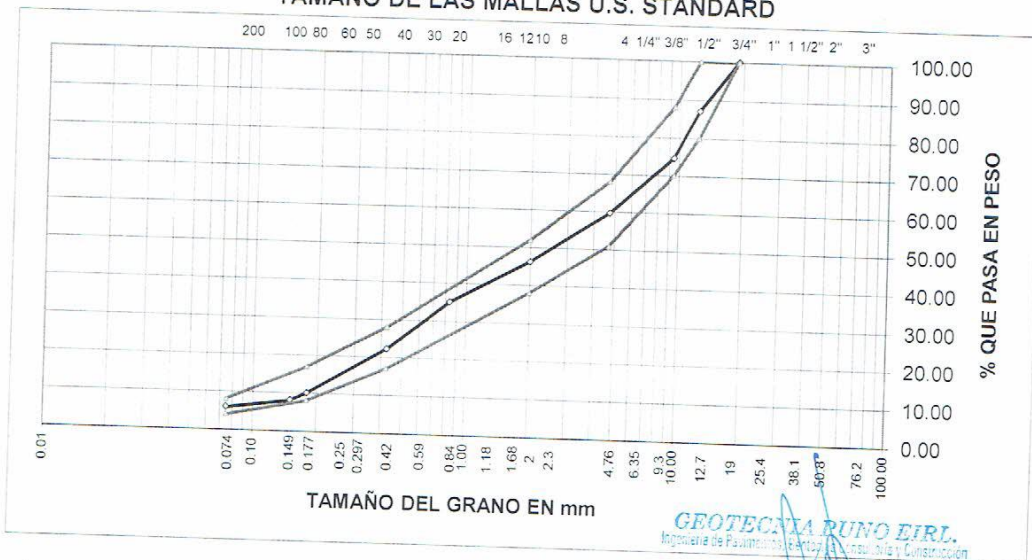
**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**FECHA** : 28/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000	PIEDRA	ARENA	ARENA	MEZCLA	Peso inicial : 4000 Grs	Peso fracción : Grs
2 1/2"	63.000	CHANC.	CHANC.	NATURAL			
2"	50.000					Grava : 39.30 %	
1 1/2"	37.500	32%	40.0%	25.0%	3.0%	100%	Arena : 53.80 %
1"	25.000					Fino : 5.90 %	
3/4"	19.000				100.00	100 - 100	W natural : %
1/2"	12.500	521.00	13.00	13.00	87.00	80 - 100	
3/8"	9.500	494.00	12.40	25.40	74.60	70 - 88	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	556.00	13.90	39.30	59.70	51 - 68	L.L. : %
No.10	2.000	581.00	14.50	53.80	46.20	38 - 52	L.P. : %
No.20	0.840	446.00	11.20	65.00	35.00		I.P. : %
No.40	0.425	511.00	12.80	77.80	22.20	17 - 28	
No.80	0.180	488.00	12.20	90.00	10.00	8 - 17	
No.100	0.150	79.00	2.00	92.00	8.00		CLASIFICACION
No.200	0.075	82.00	2.10	94.10	5.90	4 - 8	SUCS : %
<No.200		242.00	5.90	100.00			AASHTO : %

**REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Estudios Geotécnicos y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL

PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
 CANTERA : ISLA TECN. RESP. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE  
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
 UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 28/05/2021

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
(MTC E 221, ASTM D 4791)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 1,015.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHAT. Y ALARG.	% DE PART. CHAT. Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")						
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")						
25mm(1")	19.0mm(3/4")						
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	521.00	51.33	521.00	33	6.33	325
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	494.00	48.67	494.00	41	8.30	404
TOTAL		1,015.0	100.00				729

% DE PARTICULAS CHATAS Y :  $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$   
 ALARGADAS PROMEDIO

Reemplazando en la formula :  $\frac{729.06}{100.00}$   
 % de particulas chatas y  
 alargadas promedio : 7.29 %

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ing. de Pavimentos, Estructuras, Geotecnia y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 81732

PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
 CANTERA : ISLA TECN. RESP. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE  
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
 UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 28/05/2021

**DETERMINACION DE PARTICULAS DE 01 CARA FRACTURADA**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 1,015.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 1 CARA FRAC	% DE PART. 1 CARA FRAC.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")						
37,50mm(1 1/2")	25mm( 1")						
25mm(1")	19,0mm(3/4")						
19,0mm(3/4")	12,7mm(1/2")	521.00	51.33	521.00	452.00	86.76	4,453
12,7mm(1/2")	9,5mm(3/8")	494.00	48.67	494.00	463.00	93.72	4,562
TOTAL		1,015.0	100.00				9,015

% DE PARTICULAS 01 CARA :  $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$   
 FRACTURADA PROMEDIO

Reemplazando en la formula :  $\frac{9,014.78}{100.00}$

% de particulas de cara  
 fracturada promedio : 90.15 %

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Laboratorio de Pavimentos, Geotecnia, Inspección y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIR 51732



PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

CANTERA : ISLA

TECN. RESP. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2"

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

FECHA : 28/05/2021

**DETERMINACION DE PARTICULAS DE MAS DE 02 CARAS FRACTURADAS**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 1,015.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. MAS 02 CARAS	% DE PART. MAS 02 CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(11/2")						
37,50mm(11/2")	25mm( 1")						
25mm(1")	19.0mm(3/4")						
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	521.00	51.33	521.00	312.00	59.88	3,074
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	494.00	48.67	494.00	339.00	68.62	3,340
TOTAL		1,015.0	100.00				6,414

% DE PARTICULAS MAS 02 CARAS :  $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$

FRACTURADAS PROMEDIO

Reemplazando en la formula :  $\frac{6,413.79}{100.00}$

% de particulas de mas de 02  
caras fracturadas promedic : **64.14 %**

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría Consultoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
RGS. CIR. 81732



**PROYECTO** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
**CANTERA** : ISLA  
**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO Y FINO  
**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO

**TECN. RESPN.** : ABELARDO JERSSON P  
**ING. RESPN.** : ALFREDO ALARCON A.  
**FECHA** : 28/05/2021

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION  
(ASTM C-128)**

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	410.0	758.0	698.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	248.6	460.1	425.3
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	161.4	297.9	272.7
D. Peso material seco	g	402.0	742.0	687.0
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	153.4	281.9	261.7
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.491	2.491	2.519
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.544	2.56
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.621	2.632	2.625
I. Absorción	%	1.99	2.16	1.60

AGREGADO FINO CHANCADA				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	499.0	445.5	568.2
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	303.2	269.2	345.5
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	195.8	176.3	222.7
D. Peso material seco	g	487.0	435.5	555.2
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	183.8	166.3	209.7
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.487	2.47	2.493
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.549	2.527	2.551
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.619	2.648
I. Absorción	%	2.46	2.30	2.34

Observación:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
 Ingeniería de Puentes, Estructuras, Consultoría y Construcción  
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81732

GEOTECNIA PUNO &  
INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
CANTERA : ISLA  
MUESTRA : AGREGADO FINO  
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO  
TECN. RESPN : ABELARDO JERSSON  
ING. RESPN. : ALFREDO ALARCON A  
FECHA : 28/05/2021

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO NATURAL				
DISCRIMINACION	N° DE MUESTRA			
	1	2	3	
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	300.0	300.0	300.0
B. Peso frasco + H <sub>2</sub> O	g	676.5	667.2	668.3
C. Peso frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	976.5	967.2	968.3
D. Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	857	851	850.4
E. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm <sup>3</sup>	119.5	116.2	117.9
F. Peso material seco	g	293.0	293.1	293.4
G. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	112.5	105.0	111.3
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.452	2.522	2.489
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.51	2.582	2.545
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.604	2.791	2.636
K. Absorción	%	2.39	2.35	2.25

Observación:

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Reología, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



**PROYECTO** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA

**TECN. RESP.:** ABELARDO JERSSON PONCE QUI

**MUESTRA** : ARENA CHANCADA

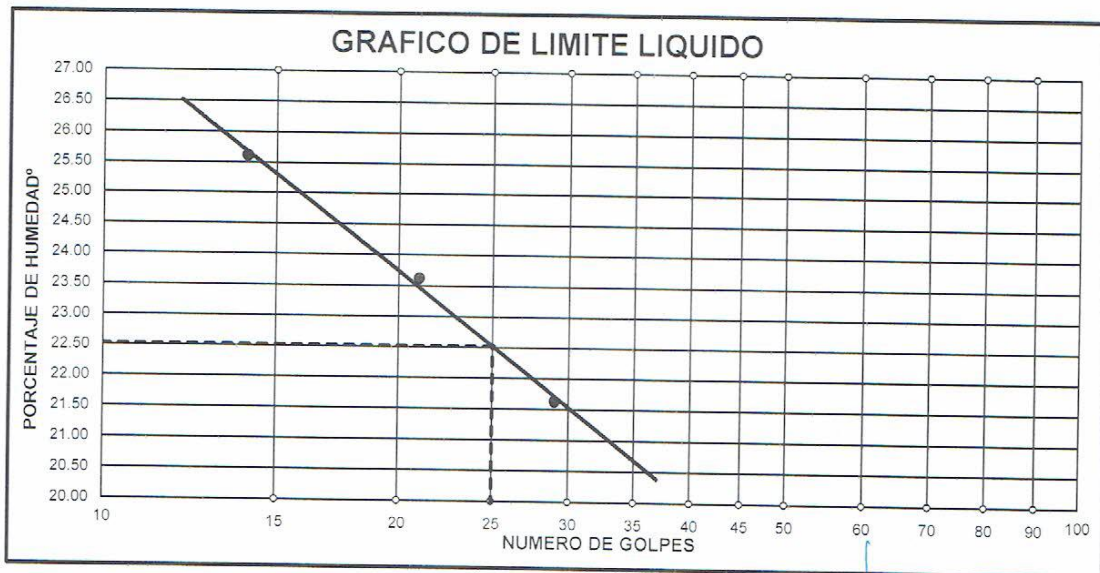
**ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO

**FECHA** : 28/05/21

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
Malla N° 40 (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	No.	g	g	g	g	%	%
01. No.DE GOLPES		29	21	14			
02. TARRO No.		32	33	35			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	26.33	27.79	27.12			
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.65	24.63	23.88			
05. PESO DEL AGUA	g	2.68	3.16	3.24		NP	
06. PESO DEL TARRO	g	11.26	11.25	11.23			
07. PESO DEL SUELO SECO	g	12.39	13.38	12.65			
08. HUMEDAD	%	21.63	23.62	25.61			
<p><b>L.L.= 22.52 %      L.P.= NP %      I.P.= NP %</b></p>							



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería, Investigación, Consultoría y Construcción

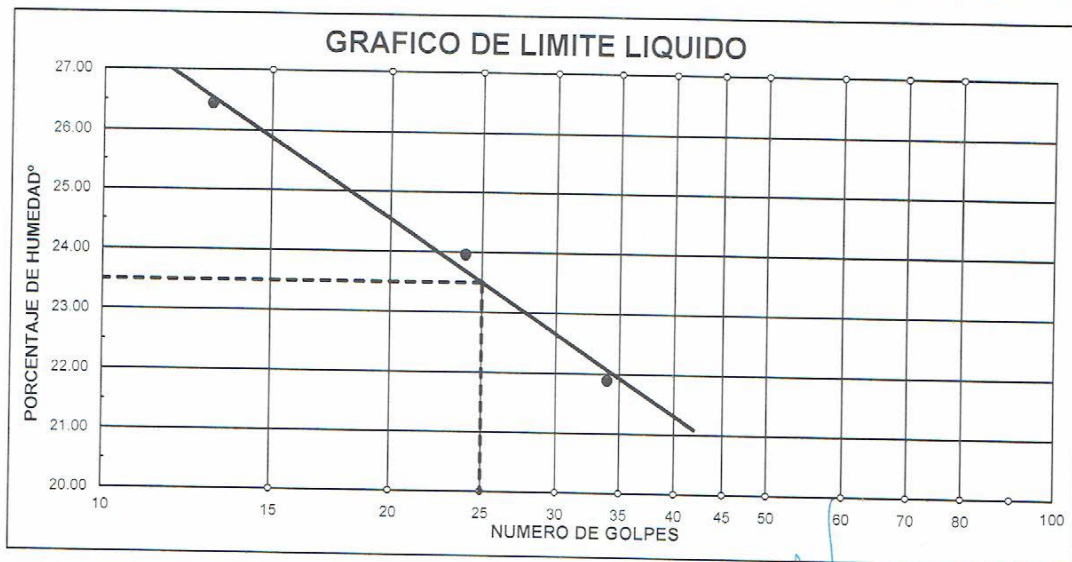
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR. 81732

**PROYECTO** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE P  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
**CANTERA** : ISLA **TECN. RESP.:** ABELARDO JERSSON PONCE  
**MUESTRA** : ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/21

### LIMITES DE CONSISTENCIA

Malla N° 40 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	No.	g	g	g	g	g	g
01. No. DE GOLPES		34	24	13			
02. TARRO No.		8	9	10			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	50.97	53.89	55.21			
04. SUELO SECO * TARRO	g	47.20	48.99	50.12			
05. PESO DEL AGUA	g	3.77	4.90	5.09			
06. PESO DEL TARRO	g	29.98	28.54	30.87			NP
07. PESO DEL SUELO SECO	g	17.22	20.45	19.25			
08. HUMEDAD	%	21.89	23.96	26.44			
<b>L.L.=</b>		<b>23.50 %</b>	<b>L.P.=</b>	<b>NP %</b>	<b>I.P.=</b>	<b>NP %</b>	



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 51732



**PROYECTO** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA

**TECN. RESP.:** ABELARDO JERSSON PONCE QUI

**MUESTRA** : ARENA CHANCADA 3/8"

**ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

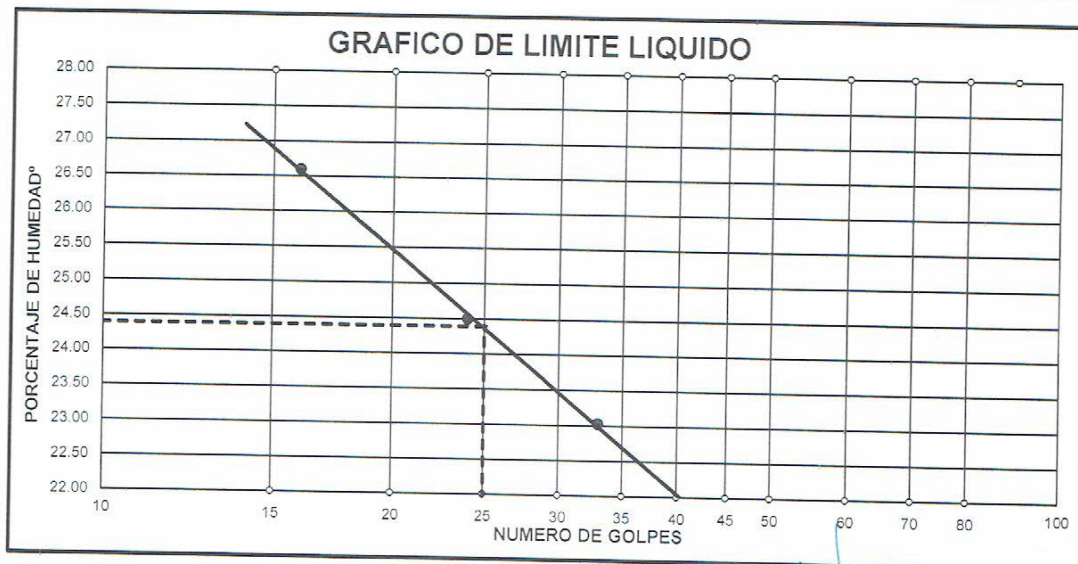
**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO

**FECHA** : 28/05/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA

Malla N° 200 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No. de Golpes	24	25	26	27T	30T
01. No DE GOLPES	33	24	16			
02. TARRO No.	4	5	6			
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	30.43	34.57	34.64	13.64	15.84	
04. SUELO SECO * TARRO g	26.84	29.98	29.74	11.83	13.69	
05. PESO DEL AGUA g	3.59	4.59	4.90	1.81	2.15	
06. PESO DEL TARRO g	11.25	11.24	11.32	4.23	4.56	
07. PESO DEL SUELO SECO g	15.59	18.74	18.42	7.60	9.13	
08. HUMEDAD %	23.03	24.49	26.60	23.82	23.55	
<p><b>L.L.= 24.39 %      L.P.= 23.68 %      I.P.= 0.71 %</b></p>						



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

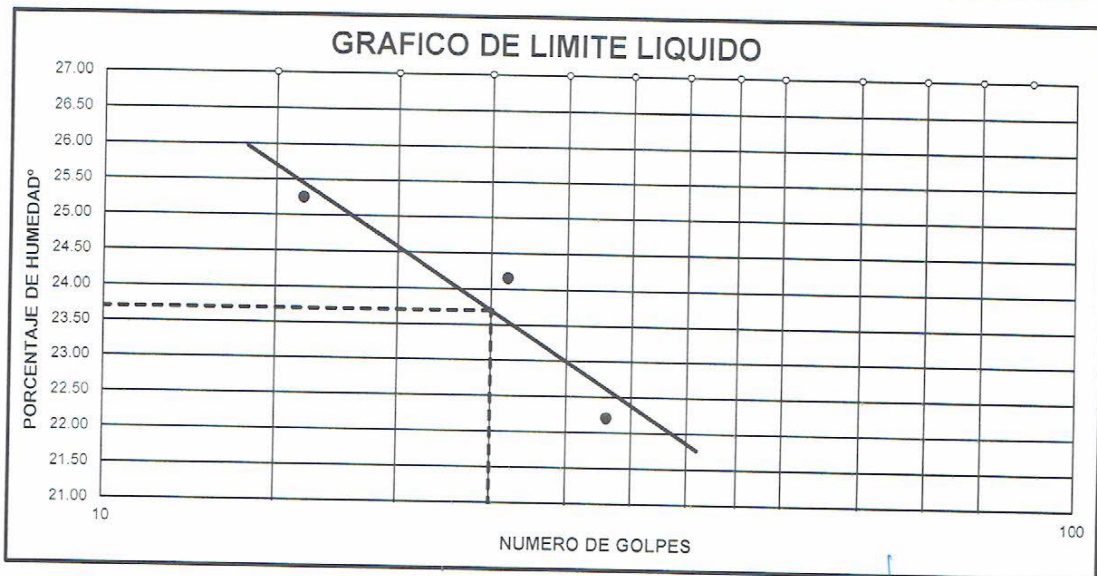
**ALFREDO ALARCON ATARUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

**PROYECTO** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
**CANTERA** : ISLA **TECN. RESP.:** ABELARDO JERSSON PONCE QUI  
**MUESTRA** : ARENA ZARANDEADA **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 28/05/21

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Malla Nº 200 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No.	g	%	No.	g	%
01. No.DE GOLPES	33	26	16			
02. TARRO No.	16	17	18			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	25.87	25.76	30.41		
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.25	22.97	26.61		
05. PESO DEL AGUA	g	2.62	2.79	3.80		
06. PESO DEL TARRO	g	11.45	11.42	11.56		
07. PESO DEL SUELO SECO	g	11.80	11.55	15.05		
08. HUMEDAD	%	22.20	24.16	25.25		
<b>L.L.=</b>	<b>23.70 %</b>	<b>L.P.=</b>	<b>NP %</b>	<b>I.P.=</b>	<b>NP %</b>	



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Laboratorio de Pavimentos, Mecánica de Suelos y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 01732

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN C/  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESP. :** ABELARDO JERSSON

**MUESTRA** : ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/2021

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
( ASTM D 2419)

<b>Muestra</b>	<b>N°1</b>	<b>N°2</b>	<b>N°3</b>
Hora de entrada	12:45	12:47	12:49
Hora de salida	12:55	12:57	12:59
Hora de entrada	12:56	12:58	13:00
Hora de salida	13:16	13:18	13:20
Altura de nivel material fino	3.40	3.40	3.40
Altura de nivel arena	2.50	2.50	2.40
Equivalente de Arena	73.50	73.50	70.60

Equivalente de Arena Promedio: **72.5 %**

OBSERVACION:

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería, Asesoría, Gestión de Calidad y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR. 01732



**GEOTECNIA PUNO &  
INGENIEROS CONSULTORES**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN C/ REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
CANTERA : ISLA TECN. RESP. : ABELARDO JERSSON  
MUESTRA : ARENA CHANCADA ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A  
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 28/05/2021

**EQUIVALENTE DE ARENA  
( ASTM D 2419)**

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	14:58	15:00	15:02
Hora de salida	15:08	15:10	15:12
Hora de entrada	15:09	15:11	15:13
Hora de salida	15:29	15:31	15:33
Altura de nivel material fino	3.80	3.70	3.90
Altura de nivel arena	3.10	3.20	3.30
Equivalente de Arena	81.60	86.50	84.60

Equivalente de Arena Promedio: **84.2 %**

OBSERVACION:

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Geología y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 01732



PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

CANTERA : ISLA TECN. RESP. ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" ING. RESP. ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO DE LA OBRA FECHA 28/05/2021

**DESGASTE DE ABRASION**  
ASTM C131, MTC E 207 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")		.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")		.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	2,504.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	2,501.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,005.0	3,751.00	1,254.00	<b>25.05%</b>

OBSERVACIONES:

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Obras de Construcción y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATARUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

**PROYECTO :** APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA :** ISLA **TECN. RESP. :** ABELARDO JERSSON PONCE

**MUESTRA :** PIEDRA CHANCADA 1/2" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN :** PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 28/05/2021

### ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	3.00 pm	28/05/21	29/05/21	18	10.00 am	11.00 am	0	1.30	28
2	3.00 pm	29/05/21	30/05/21	18	10.00 am	11.00 am	1	1.30	28
3	3.00 pm	30/05/21	31/05/21	18	10.00 am	11.00 am	2	1.30	28
4	3.00 pm	31/05/21	01/06/21	18	10.00 am	11.00 am	3	1.29	29
5	3.00 pm	01/06/21	02/06/21	18	10.00 am	11.00 am	4	1.29	29
6	3.00 pm	02/06/21	03/06/21	18	10.00 am	11.00 am	5	1.29	28

### AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	40.00	800.00	6.54	2.62	
1/2"	3/8"	38.00	750.00	8.52	3.24	
3/8"	Nº 4	22.00	700.00	9.63	2.12	
TOTALES:		100.00			<b>7.97</b>	

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Inspección Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
REG. Nº 81232

**PROYECTO :** APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANtera :** ISLA **TECN. RESP. :** ABELARDO JERSSON PONCE

**MUESTRA :** ARENA CHANCADA 3/8" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN :** PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 28/05/2021

**ENSAYO DE DURABILIDAD  
(ASTM C-88)**

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCU-RRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.30 pm	28/05/21	29/05/21	18	8.00 am	10.30 am	0	1.29	29
2	2.30 pm	29/05/21	30/05/21	18	8.00 am	10.30 am	1	1.30	28
3	2.30 pm	30/05/21	31/05/21	18	8.00 am	10.30 am	2	1.30	28
4	2.30 pm	31/05/21	01/06/21	18	8.00 am	10.30 am	3	1.29	29
5	2.30 pm	01/06/21	02/06/21	18	8.00 am	10.30 am	4	1.29	29
6	2.30 pm	02/06/21	03/06/21	18	8.00 am	10.30 am	5	1.29	28

**AGREGADO FINO**

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO <sub>4</sub> . Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
N° 04	N° 10	28.00	300.00	6.63	1.89	
N° 10	N° 20	32.00	300.00	8.04	2.63	
N° 20	N° 40	20.00	300.00	8.63	1.76	
N° 40	N° 80	10.00	300.00	9.36	0.96	
N° 80	N° 100	8.00	270.00	11.63	0.95	
TOTALES		98.00			<b>8.19</b>	

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Referencia, Consultoría e Inspección y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81732



**PROYECTO :** APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA :** ISLA **TECN. RESP. :** ABELARDO JERSSON PONCE

**MUESTRA :** ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN :** PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 28/05/2021

**ENSAYO DE DURABILIDAD  
(ASTM C-88)**

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN- MERSION	HORA ESCU- RRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	28/05/21	29/05/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.30	28
2	2.00 pm	29/05/21	30/05/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.30	28
3	2.00 pm	30/05/21	31/05/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	28
4	2.00 pm	31/05/21	01/06/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.29	29
5	2.00 pm	01/06/21	02/06/21	18	8.00 am	10.00 am	4	1.29	29
6	2.00 pm	02/06/21	03/06/21	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

**AGREGADO FINO**

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO <sub>4</sub> . Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES AN- TES DEL ENSAYO	% DE PERDI DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
Nº 04	Nº 10	6.00	300.00	6.63	0.40	
Nº 10	Nº 20	26.00	300.00	7.85	2.04	
Nº 20	Nº 40	27.00	300.00	8.79	2.37	
Nº 40	Nº 80	20.00	300.00	9.45	1.89	
Nº 80	Nº 100	21.00	300.00	10.33	2.17	
<b>TOTALES</b>		100.00			<b>8.87</b>	

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería, Topografía, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81732

**ENSAYO MARSHALL  
(ASTM D-1559, MTC E 504)**

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONC

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/2021

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.78			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		28.20			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		28.20			
5	% filler		2.82			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.80	6.70	6.80		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1191	1194	1193		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire	1193	1196	1195		
14	Peso de la Briqueta al agua	655.8	656.4	656.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	535.20	537.60	536.40		
16	Peso Unitario	2.225	2.221	2.224	<b>2.223</b>	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.348	2.348	2.348		
18	% Vacios	5.20	5.40	5.30	<b>5.300</b>	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.98		<b>0.983</b>	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1078	1082	1128		
21	Factor de Estabilidad	0.93	0.93	0.93		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1003	1006	1049	<b>1019</b>	Min. 815
23	Flujo (mm)	2.89	2.75	2.84	<b>2.827</b>	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.561	2.561	2.561		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.268	1.268	1.268		
27	Contenido Asfalto Efectivo	4.81	4.81	4.81		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.721	15.885	15.768	<b>15.791</b>	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	66.923	66.006	66.388	<b>66.439</b>	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	3469	3659	3694	<b>3607.3</b>	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Edificación, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. N° 01732



**ENSAYO MARSHALL  
(ASTM D-1559)**

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONCE

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/2021

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.60			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		28.05			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		28.05			
5	% filler		2.81			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1188	1192		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1190	1194		
14	Peso de la Briqueta al agua	659.2	656.4	658.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	532.80	531.60	533.30		
16	Peso Unitario	2.237	2.235	2.235	2.236	
17	Peso específico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.332	2.332	2.332		
18	% Vacios	4.00	4.10	4.10	4.067	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.91		0.908	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1281	1292	1354		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1230	1240	846	1105	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.45	3.46	3.63	3.513	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.560	2.560	2.560		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.252	1.252	1.252		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.33	5.33	5.33		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.721	15.814	15.800	15.778	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	74.556	74.074	74.051	74.227	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	3565	3585	2331	3159.9	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Obras de Construcción y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 81732

**ENSAYO MARSHALL  
(ASTM D-1559)**

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONC

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/2021

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.41			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.90			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.90			
5	% filler		2.79			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.70	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1192	1198	1191		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1194	1200	1193		
14	Peso de la Briqueta al agua	665.6	668.4	664		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.40	529.60	527.00		
16	Peso Unitario	2.264	2.262	2.260	2.262	
17	Peso específico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.334	2.334	2.334		
18	% Vacios	3.00	3.10	3.20	3.100	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.84		0.843	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1235	1272	1251		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1186	1221	1201	1203	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.82	3.79	3.92	3.843	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.585	2.585	2.585		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.637	1.637	1.637		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.48	5.48	5.48		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.152	15.240	15.320	15.237	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.201	79.659	79.112	79.657	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	3104	3222	3064	3129.8	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Geotecnia, Diseño de Construcción y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



**ENSAYO MARSHALL  
(ASTM D-1559)**

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONC

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/2021

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.23			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.75			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.75			
5	% filler		2.78			
6	Peso Específico del C.A.		1.02			
7	Peso Específico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Específico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Específico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Específico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.70	6.60	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1189	1183	1182		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1191	1185	1182		
14	Peso de la Briqueta al agua	659.2	658.8	653.9		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	529.80	524.20	528.10		
16	Peso Unitario	2.244	2.257	2.238	2.246	
17	Peso específico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.350	2.350	2.350		
18	% Vacios	4.50	4.00	4.80	4.433	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.79		0.787	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1157	1192	1178		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1111	1144	1131	1129	Min. 815
23	Flujo (mm)	4.10	4.25	4.28	4.210	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.628	2.628	2.628		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	2.283	2.283	2.283		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.39	5.39	5.39		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	16.361	15.894	16.586	16.280	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	72.496	74.833	71.060	72.796	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2709	2693	2642	2681.3	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentación, Geotecnia, Construcción y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



**ENSAYO MARSHALL  
(ASTM D-1559)**

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONC

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 28/05/2021

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		8.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.04			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.60			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.60			
5	% filler		2.76			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.50	6.60	6.70		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1185	1176	1188		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1187	1178	1190		
14	Peso de la Briqueta al agua	653.2	647.1	652.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	531.80	528.90	535.20		
16	Peso Unitario	2.228	2.223	2.220	2.224	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.369	2.369	2.369		
18	% Vacios	5.90	6.10	6.30	6.100	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.74		0.738	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1031	996	1046		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.93	0.93		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	990	926	973	963	Min. 815
23	Flujo (mm)	4.42	4.57	4.52	4.503	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.677	2.677	2.677		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	2.994	2.994	2.994		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.25	5.25	5.25		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	17.405	17.582	17.721	17.569	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	66.102	65.305	64.449	65.285	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2239	2027	2152	2139.4	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Mecánica de Suelos, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Rsg. CIP. 81732

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

CANTERA : ISLA

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

UBICACIÓI : PLANTA DE ASFALTO

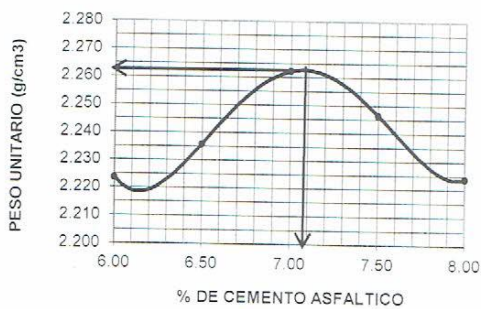
TECN. RESPONS. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISE

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

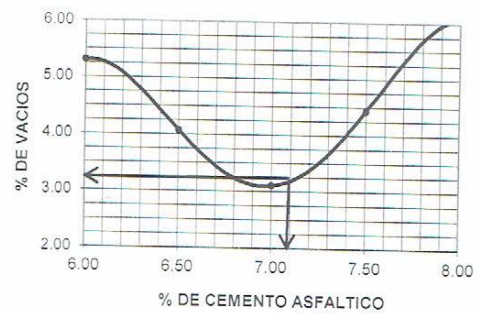
FECHA : 28/05/2021

## GRAFICOS DE ENSAYO MARSHALL

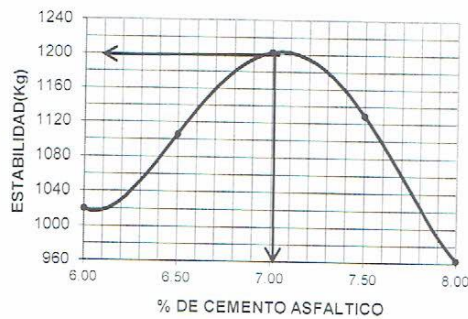
**PESO UNITARIO**



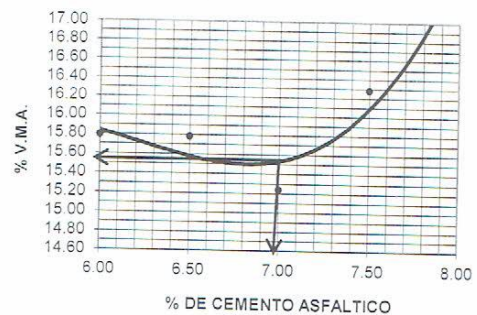
**% DE VACIOS**



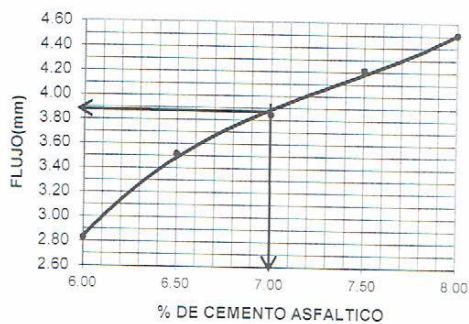
**ESTABILIDAD**



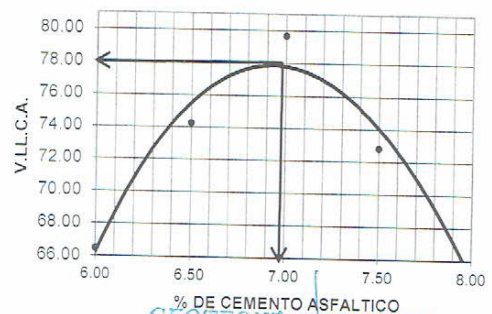
**V.M.A.**



**FLUJO**



**V.L.L.C.A.**



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL



**ENSAYO MARSHALL (Verificacion)  
(ASTM D-1559)**

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONC

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 30/05/2021

NUMERO DE BRIQUETA		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		34.41			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		27.90			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		27.90			
5	% filler		2.79			
6	Peso Especifico del C.A.		1.02			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Especifico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Especifico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.57	6.62	6.58		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1198	1197	1198		
13	Peso de la Briqueta mas parafina al Aire	1199	1199	1200		
14	Peso de la Briqueta al agua	666.8	667.7	667.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	531.20	529.30	530.40		
16	Peso Unitario	2.255	2.261	2.259	<b>2.258</b>	
17	Peso especifico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.340	2.340	2.340		
18	% Vacios	3.60	3.40	3.50	<b>3.500</b>	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.843		<b>0.843</b>	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1203	1183	1321		
21	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1155	1136	1268	<b>1186</b>	Min. 815
23	Flujo (mm)	3.90	3.80	4.00	<b>3.900</b>	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.593	2.593	2.593		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.482	2.482	2.482		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.759	1.759	1.759		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.36	5.36	5.36		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.495	15.263	15.368	<b>15.375</b>	Min. 15
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	76.767	77.724	77.225	<b>77.239</b>	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	2961	2989	3170	<b>3040.1</b>	1700-4000

**OBSERVACIONES:**

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentación, Estructuras Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : ABELARDO JERSSON PONCE

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : **FECHA** : 28/05/2021

## RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

### 1. MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCION EN PESO)

Agregado Grueso Chancado 1/2"	:	32.0%
Arena Chancada	:	40.0%
Agregado Fino zarandeado	:	25.0%
Cal	:	3.0%
		100%

### 2. CEMENTO ASFALTICO

Tipo de Asfalto	:	C. A. 120/150
% Optimo de C.A.	:	7.00% +-0.3
Aditivo	:	0.50%

### 3. CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

CARACTERISTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIONES
% Cemento Asfáltico	7.00%	
N° de Golpes en cada lado	75	
Estabilidad (kg)	1186	Min - 815 kgs.
Fluencia (mm)	3.90	2 - 4 mm
% Vacios de Aire	3.500	3 - 5 %
% V.M.A.	15.375	Min. 15
Peso Unitario	2.260	
% V. LL.C. A.	77.24	Min. 75
Estabilidad Flujo kg/cm	3041	1,700 - 4000
% Estabilidad retenida	90.18%	Mín. 80%
% Indice de Compactabilidad	8.65	Mín. 5%

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto, Ingeniería Geotécnica y Construcción  
  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C. C. 81732





**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE I  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021

**CANTERA** : ISLA **TEC. RESP.** ABELARDO JERSSON PONCE

**MUESTRA** : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE **ING. RESPON** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** 28/05/2021

## ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA

% ESTABILIDAD =  $\frac{\text{PROMEDIO ESTABILIDAD DE 24 HORAS} \times 100}{\text{PROMEDIO ESTABILIDAD DE 30 MINUTOS}}$   
RETENIDA

### 24 HORAS A 60° C EN BAÑO MARIA

NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	7.00	7.00	7.00	
2	Peso de la Briqueta al Aire	1196	1195	1194	
3	Peso de la Briqueta mas parafina al Ai	1198	1197	1196	
4	Peso de la Briqueta al agua	666.8	666.3	666.2	
5	Volumen de la briqueta por desplazam	529.20	528.70	527.80	
6	Peso Unitario	2.260	2.260	2.262	2.261
7	Estabilidad sin corregir (Kg)	1123	1135	1057	
8	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96	
9	Estabilidad Corregida (Kg)	1078	1090	1015	1061

### 30 MINUTOS A 60° C EN BAÑO MARIA

NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	7.00	7.00	7.00	
2	Peso de la Briqueta al Aire	1197	1195	1194	
3	Peso de la Briqueta mas parafina al Ai	1199	1197	1196	
4	Peso de la Briqueta al agua	666.5	666.8	666.6	
5	Volumen de la briqueta por desplazam	530.50	528.20	527.40	
6	Peso Unitario	2.256	2.262	2.264	2.261
7	Estabilidad sin corregir (Kg)	1245	1248	1183	
8	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96	
9	Estabilidad Corregida (Kg)	1195	1198	1136	1176

% DE ESTABILIDAD RETENIDA

90.18%

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PA  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
CANTERA : ISLA TECN. RESPON : ABELARDO JERSSON PONCE C  
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.  
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 28/05/2021

**ENSAYO DE ADHERENCIA -ARENA  
RIEDEL WEBER  
NORMA NLT - 355/741664**

TIPO DE ASFALTO : 120/150  
REACTIVO : CARBONATO DE SODIO

SIN ADITIVO		CON ADITIVO 0.50%	
GRADO	ADHERENCIA	GRADO	ADHERENCIA
1	SI	1	SI
2	SI	2	SI
3	SI	3	SI
4	NO	4	SI
5	NO	5	SI
6	NO	6	NO

**ENSAYO DE ADHERENCIA - PIEDRA  
REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO  
NORMA DIN MATERIAL SIN LAVAR**

TIPO DE ASFALTO : 120/150  
ADITIVO : 0.50%

% REVESTIMIENTO	DESPRENDIMIENTO % RETENIDO
100	>95

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Tránsito, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON RIANUACHI  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O.F. 81732

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
 CANTERA : ISLA TECN.RESP.: ABELARDO JERSSON PONCE  
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 3/4" ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
 UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 28/05/2021

**SALES SOLUBLES TOTALES**  
(ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

ENSAYO N°	1	2	3
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL	856.8		
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO	896.3		
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA	956.7		
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA	1.74		
E. A x C	819700.6		
F. D x B	1559.56		
G. (A x C)/(D x B)	525.60		

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B}} \times 100$$

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{1}{526} \times 100$$

Contenido de sales solubles : **0.19 %**

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



**OBRA** : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
**CANTERA** : ISLA  
**MUESTRA** : ARENA CHANCADA 3/8"  
**UBICACIÓN** : PLANTA DE ASFALTO  
**TECN.RESP.:** ABELARDO JERSSON PONCE  
**ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**FECHA** : 28/05/2021

### SALES SOLUBLES TOTALES

(ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

ENSAYO N°	1	2	3
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL	859.9		
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO	889.8		
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA	962.5		
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA	1.85		
E. A x C	827653.8		
F. D x B	1646.13		
G. (A x C)/(D x B)	502.79		

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B}} \times 100$$

$$\text{PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES : } \frac{1}{503} \times 100$$

Contenido de sales solubles : **0.20** %

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Recopilación Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
 CANTERA : ISLA TECN.RESP ABELARDO JERSSON PONCE QUISPE  
 MUESTRA : AGREGADOS FINOS ING. RESP. ALFREDO ALARCON A.  
 UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA 28/05/2021

**ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO**  
(NORMA MTC E222, NATIONAL AGREGATES ASSOCIATION)

**DATOS DE LA MUESTRA**

CANTERA	MUESTRA		N° de Muestras			Promedio
			1	2	3	
		Pasante N° 4 - Ret N° 200				
Peso del recipiente + muestra		(Gr)	439.6	439.9	439.8	439.8
Peso del recipiente		(Gr)	300.0	300.0	300.0	300.0
Peso de la muestra (W)		(Gr)	139.6	139.9	139.8	139.8
Gravedad Especifica Bruta (Gsb)		(cc)	2.481	2.481	2.481	2.481
Volumen del Molde (V)		(cc)	100	100	100	100
Volumen del Agregado Fino (W/Gsb)		(m3)	56.3	56.4	56.3	56.3
Angularidad del Agregado Fino = $V - (W / Gsb) / V * 100$			43.73	43.61	43.65	43.67

**DATOS DE LA MUESTRA**

CANTERA	MUESTRA		N° de Muestras			Promedio
			1	2	3	
		Pasante N° 4 - Ret N° 200				
Peso del recipiente + muestra		(Gr)	437.5	437.2	437.4	437.4
Peso del recipiente		(Gr)	300.0	300.0	300.0	300.0
Peso de la muestra (W)		(Gr)	137.5	137.2	137.4	137.4
Gravedad Especifica Bruta (Gsb)		(cc)	2.482	2.482	2.482	2.5
Volumen del Molde (V)		(cc)	98	98	98	98.0
Volumen del Agregado Fino (W/Gsb)		(m3)	55	55	55	55.3
Angularidad del Agregado Fino = $V - (W / Gsb) / V * 100$			43.47	43.59	43.51	43.53

Observaciones:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

ALFREDO ALARCON ATAHUACH  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 31732

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA  
REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
CANTERA : ISLA  
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
UBICACION : PLANTA DE ASFALTO  
FECHA : 28/05/2021

**Diseño de mezcla asfáltica con fibra de vidrio**

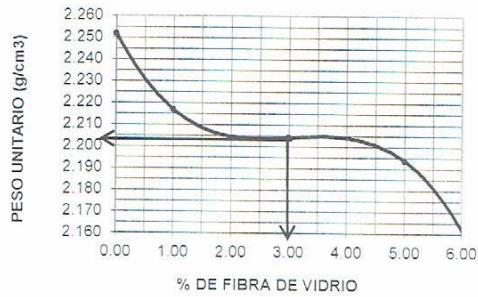
FIBRA VIDRIO	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	3%	3%	5%	5%	5%
PERO AL AIRE	1165	1170	1172	1178	1183	1185	1185	1185	1180	1178	1177	1190	1184	
PESO EN AGUA	649	649	651	647	649	650	647	645	643	641	647	645		
VOLUMEN	516	521	521	531	534	535	538	535	535	536	543	539		
DENSIDAD (g/cm3)	2.258	2.246	2.250	2.218	2.215	2.215	2.203	2.206	2.202	2.196	2.192	2.197		
PROMEDIO		<b>2.252</b>			<b>2.217</b>			<b>2.204</b>			<b>2.194</b>			
ESTABILIDAD (Kg)	1077	1142	1024	1124	1045	1142	1142	1081	1142	1114	1052	1142		
FLUENCIA (mm)	4	3.8	3.8	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	3.4	3.2		
PROM. ESTAB. (Kg)		<b>1081</b>			<b>1104</b>			<b>1122</b>			<b>1103</b>			
PROM. FLUENCIA (mm)		<b>3.87</b>			<b>3.53</b>			<b>3.43</b>			<b>3.30</b>			



OBRA : APLICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN JULIACA, 2021  
 CANTERA : ISLA  
 MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
 UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO  
 TECN. RESPONS. : ABELARDO JERSSON PONCE QUISP  
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.  
 FECHA : 28/05/2021

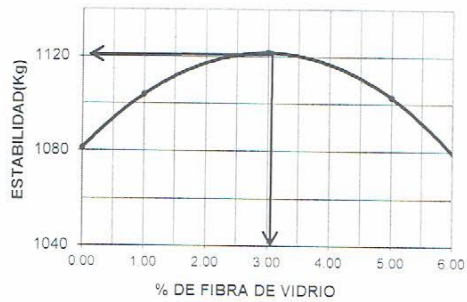
## GRAFICOS DE DISEÑO CON FIBRA

### PESO UNITARIO



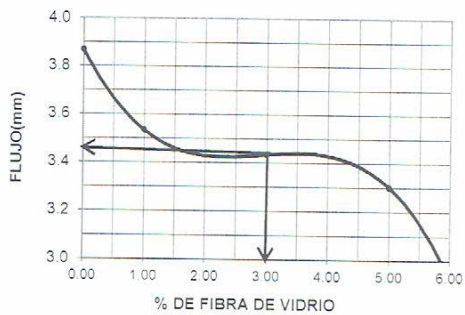
Resultado de densidad  
 2.205 g/cm3  
 Fibra de vidrio  
 3%

### ESTABILIDAD



Resultado de Estabilidad  
 1120 Kg  
 Fibra de vidrio  
 3%

### FLUJO



Resultado de Flujo  
 3.45 mm  
 Fibra de vidrio  
 3%

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Cálculo, Consultoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACH**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIR 81732

Anexo 05: **PANEL FOTOGRÁFICO.**

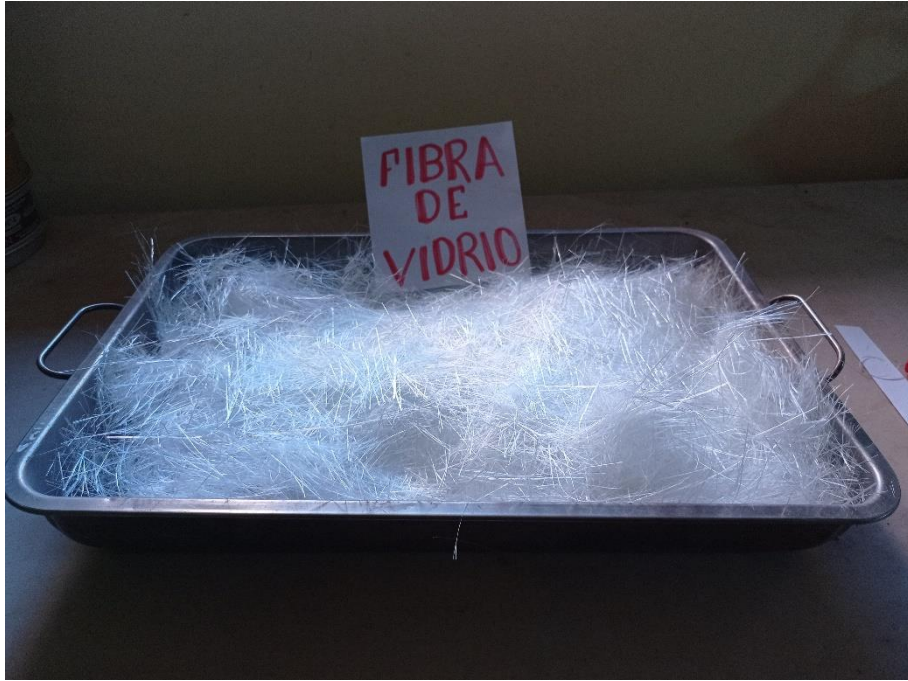


Foto 01: Fibra de vidrio.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 02: PEN 120/150 y mezcla combinada.

Fuente: Elaboración propia.





Foto 03: Moldes o briqueteras para el ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 04: Porcentaje de fibra de vidrio al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

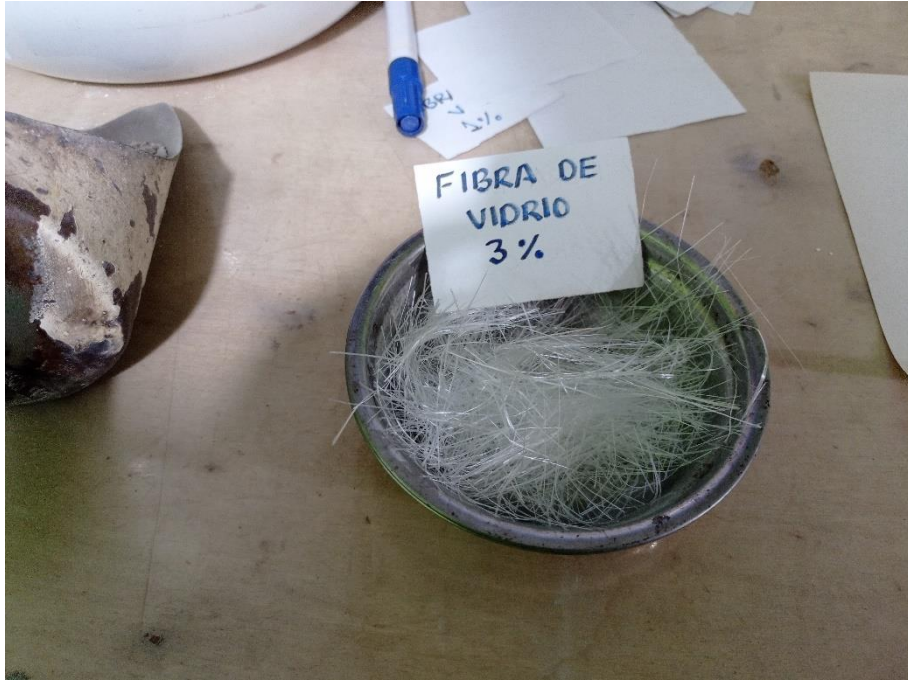


Foto 05: Porcentaje de fibra de vidrio al 3%.

Fuente: Elaboración propia.

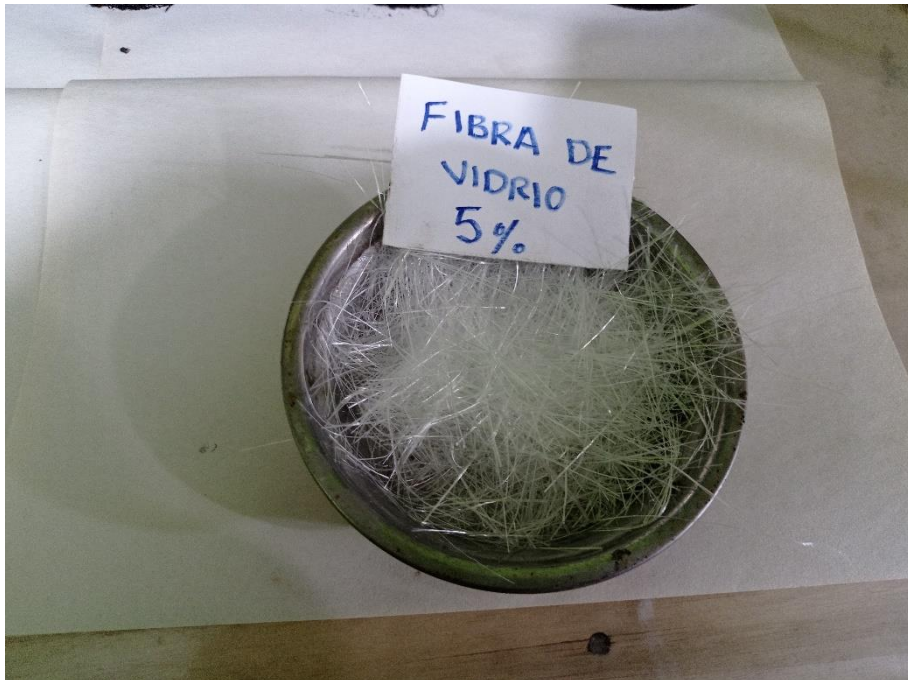


Foto 06: Porcentaje de fibra de vidrio al 5%.

Fuente: Elaboración propia.





Foto 07: Instrumento – gata.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 08: Filer o cemento asfáltico.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 09: Lijado de las briquetas.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 10: Peso sumergido.

Fuente: Elaboración propia.





Foto 11: Ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 12: Ruptura de las briquetas.

Fuente: Elaboración propia.