



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de mezcla asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas – 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Iberico Vigo, Piero Martin (ORCID: 0000 – 0003 – 8302 – 6366)

ASESOR:

Msc. Paredes Aguilar, Luis (ORCID: 0000 – 0002 – 1375 – 179X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TARAPOTO – PERÚ

2019

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a mis queridos padres, por apoyarme incondicionalmente durante todo el proceso mi carrera profesional, también dedico esta tesis a mis hermanos y mis familiares que de algún modo estaban ahí, apoyándome de manera moral con ese ímpetu de seguir adelante en culminar mi carrera.

Agradecimiento

Quiero expresar mi profunda gratitud a la Universidad César Vallejo, por abrir sus aulas y poder formarme como profesional, a los docentes que compartieron sus conocimientos en cada cátedra, me hicieron crecer profesionalmente; también dar mi mayor gratitud a mis padres, por ser partícipes activos en mi formación.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Acta de Aprobación de Tesis.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Imágenes.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MÉTODO.....	21
2.1. Diseño de investigación.....	21
2.2. Variables, Operacionalización.....	22
2.3. Población y muestra.....	23
2.4. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.5. Métodos de análisis de datos.....	25
2.6. Aspectos éticos.....	25
III. RESULTADOS.....	26
3.1. Propiedades físicas y químicas de los agregados y de la fibra de acero.....	26
3.2. Dosificación para el diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12%.....	27
3.3. Diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12%.....	31
3.4. Obtención de los costos de utilización de mezclas asfálticas en caliente con adición de fibra de acero.....	32
VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	33
IV. DISCUSIÓN.....	37
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS.....	45
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	46
ANEXO 2: TABLAS COMPLEMENTARIAS.....	49

ANEXO 3: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS	55
ANEXO 4: PROPIEDADES DEL CONCRETO ASFÁLTICO (C.A.)	65
ANEXO 5: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	74
ANEXO 6: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ÓPTIMO	80
ANEXO 7: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CON 5% DE FIBRA DE ACERO	82
ANEXO 8: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA ÓPTIMO CON 5% DE FIBRA DE ACERO ...	88
ANEXO 9: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CON 10% DE FIBRA DE ACERO.....	90
ANEXO 10: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA ÓPTIMO CON 10% DE FIBRA DE ACERO	96
ANEXO 11: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CON 12% DE FIBRA DE ACERO.....	98
ANEXO 12: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA ÓPTIMO CON 12% DE FIBRA DE ACERO	104
ANEXO 13: PANEL FOTOGRÁFICO	106

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	22
Tabla 2. Distribución de la muestra de la tesis.	23
Tabla 3. Técnicas e instrumentos a utilizar	24
Tabla 4. Propiedades físicas y químicas de los agregados	26
Tabla 5. Propiedades físicas y químicas de la fibra de acero	26
Tabla 6. Dosificación para el diseño de mezclas	27
Tabla 7. Cemento asfáltico para el diseño convencional.....	28
Tabla 8. Cemento asfáltico para el diseño de mezcla con 5% de fibra de acero	28
Tabla 9. Cemento asfáltico para el diseño de mezcla con 10% de fibra de acero	28
Tabla 10. Cemento asfáltico para el diseño de mezcla con 12% de fibra de acero	29
Tabla 11. Diseños óptimos de PEN 60/70 para mezclas asfálticas en caliente	31
Tabla 12. Costos de utilización del diseño óptimo convencional.....	32
Tabla 13. Costos de utilización del diseño óptimo con 5% fibra de acero, para 1m ³ ... 32	
Tabla 14. Correlaciones: estadístico descriptivo estabilidad/flujo	34
Tabla 15. Correlación lineal de Pearson: estabilidad/flujo	34
Tabla 16. Regresión lineal	35
Tabla 17. Correlación de Pearson de la regresión lineal de Pearson: estabilidad/flujo . 35	
Tabla 18. Coeficientes estadísticos: estabilidad/flujo.....	35
Tabla 19. Resumen del modelo estadístico: estabilidad/flujo	36
Tabla 20. Requerimientos para el agregado grueso.....	50
Tabla 21. Requerimiento para el agregado fino.....	50
Tabla 22. Especificaciones para las combinaciones de agregados – análisis granulométrico.....	51
Tabla 23: Tipo de cemento asfáltico, clasificado según su Penetración.	51
Tabla 24. Especificaciones del C.A. clasificado por penetración.....	52
Tabla 25. Especificaciones de C.A. clasificado por viscosidad	53
Tabla 26. Ensayos específicos para el método marshall.....	54

Índice de Imágenes

Imagen 1. Partes de una carpeta asfáltica	16
Imagen 2. Comportamiento visco-elástico del cemento asfáltico.	18
Imagen 3. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12%	29
Imagen 4. Dispersión de puntos por regresión lineal simple entre las variables.....	34
Imagen 5. Agregados a usar y la fibra de acero.....	107
Imagen 6. Peso de los materiales.....	107
Imagen 7. Muestras de los agregados para los diferentes porcentajes de PEN 60/70 .	108
Imagen 8. Muestras con la fibra de acero	108
Imagen 9. Preparación del cemento asfáltico a una temperatura de 140°C	109
Imagen 10. Briquetas convencionales y modificadas con fibra de acero	109
Imagen 11. Peso de la briqueta sin saturar	110
Imagen 12. Peso de la briqueta saturada.....	110
Imagen 13. Peso específico de la briqueta.....	111
Imagen 14. Baño maría de las briquetas.....	111
Imagen 15. Prensa Marshall, cálculo de la estabilidad y flujo	112

RESUMEN

En esta tesis titulada “Diseño de mezcla asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas – 2019”, tiene como primordial objetivo el diseño de una mezcla asfáltica en caliente con la adición de fibra de acero, haciendo una comparación con el diseño de mezcla convencional. Antes de realizar la investigación se vio la necesidad de diseñar una mezcla asfáltica en caliente, pero que sea resistente a las deformaciones, es por eso que se tuvo en cuenta el diseño de una mezcla asfáltica en caliente añadiendo la fibra de acero. Para lograr el diseño óptimo del diseño con un asfalto PEN 60/70, se ha realizado un grupo de control de la mezcla convencional, y otros grupos de la mezcla con adición de la fibra de acero, en diferentes porcentajes, tales como son el 5%, 10% y 12%. Al hacer los ensayos de caracterización de los agregados y de la fibra de acero, se les ha adecuado a las especificaciones descritas por el diseño MAC-2 para los agregados. Se realizaron un total de 48 ensayos (briquetas) con 3 muestras por 4 diferentes porcentajes de concreto asfáltico, adicionando el 0%, 5%, 10% y 12% de fibra de acero. De esa manera se obtuvo los resultados del diseño marshall, dando gráficos representativos, y el diseño óptimo ha sido validado por el programa IBM SPSS.

Palabras claves: Diseño, marshall, fibra de acero, mezcla asfáltica, IBM SPSS.

ABSTRACT

In this thesis entitled "Hot asphalt mix design using Marshall test adding steel fiber in the city of Yurimagias – 2019", has as its primary objective the design of a hot asphalt mix with the addition of steel fiber, making a comparison with the conventional mix design. Before conducting the research it was seen the need to design a hot asphalt mixture, but that is resistant to deformation, that is why we took into account the design of a hot asphalt mixture adding steel fiber: to achieve the optimal design of the design with an asphalt pen 60/70 has been made a control group of the conventional mixture, and other groups: Of the mixture with the addition of steel fiber, in different percentages, such as 5% 10% and 12%. In carrying out the characterization tests of the aggregates and the steel fiber, they have been adapted to the specifications described by the MAC-2 design for the aggregates. A total of 48 tests (briquettes) were performed with 3 samples for 4 different percentages of asphalt concrete, adding 0%, 5%, 10% and 12% of steel fiber. Thus the results of the Marshall design were obtained by giving representative graphs, and the optimal design has been validated by the IBM SPSS program.

Keywords: Design, marshall, steel fiber, asphalt mix, IBM SPSS.

I. INTRODUCCIÓN

Para entender el contexto de la **Realidad problemática** y facultar la evaluación de los caracteres en las que se encuentra un país, es el crecimiento en infraestructuras viales que presenta. Los caminos terciarios y secundarios del país están doblegado a los deterioros, que son debidos mayormente al clima y a su condición de geológica; también se debe a que se utiliza materiales no aptos para los diseños de la mezcla asfáltica. (CRUZ y SALAZAR, 2019, p. 6). Mientras que en la ciudad de Juliaca se ha desarrollado una investigación con pavimento asfáltico en tibio, incrustando a su diseño de mezcla la zeolita, un agregado natural de la zona; pues debido de que en la ciudad de Juliaca – Puno, su problema radica en encontrar un manejo de mezclas a ciertas temperaturas que están bajo cero, así como también a las altas temperaturas, es por ello que diseñaron una mezcla asfáltica en tibia (MAT) añadiendo zeolita en su estado natural, ya que dicho material brinda grandes beneficios a la hora de su colocación y compactación, sobre todo en temperaturas bajas. (VALERIANO y CATACORA, 2017, p22). Llegando así a la ciudad de Yurimaguas, que se hizo un estudio de pavimento flexible convencional, para que sirva como base del nuevo puerto, realizando dos métodos diferentes (Método AASHTO 93 y Método del Instituto del Asfalto) en su diseño de mezclas para pavimentos flexibles, con la necesidad de que se construya un acceso nuevo, para que desempeñe un rol fundamental para el comercio local. (VEGA, 2018, p. 36). Teniendo en cuenta las problemáticas citadas, líneas arriba, los pavimentos nos exigen, a medida que crece una ciudad, una mejor y mayor durabilidad a las deformaciones que se pueda ocasionar en los diferentes tipos de cargas de tránsito, la ciudad de Yurimaguas no está ajena a esta realidad, ya que existen pavimentos flexibles convenciones en mal estado, para esta investigación se plantea un diseño de una mezcla asfáltica en caliente con la adición de fibra de acero como un material alternativo. Los trabajos previos a la investigación, para tener en cuenta nuestros **Antecedentes**, fueron las siguientes: ROMERO, Patricio y et al. (2014). En el trabajo de investigación: *Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con tetra pak, alambre de neumáticos fuera de uso y limadura metálica reciclados con ligante asfáltico AC-20*. (Artículo Científico). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-ECUADOR. Llegaron a la conclusión que: Los ensayos de caracterización de agregados extraídos de la

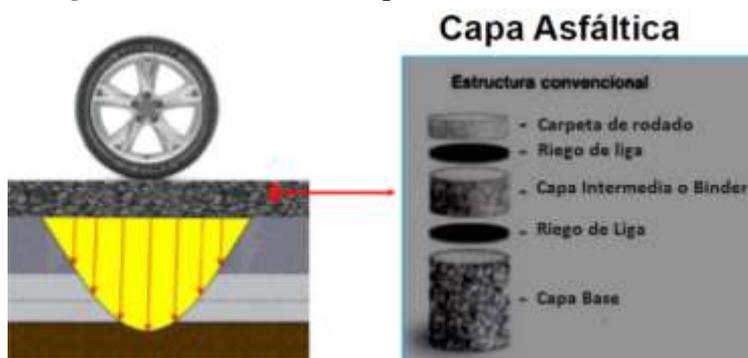
mina de Píntag, no llegaron a cumplir con las especificaciones del ensayo de gravedad específica, estando por debajo del rango de aceptación, en cuanto a su gravedad específica aparente, el material granular grueso, arrojando un resultado de 2.55, dando así que es un material poroso; y los resultados de mezclas tradicionales dieron los resultados en un intervalo de 1596.65 kgf a 1664.68 kgf en la estabilidad marshall, y un intervalo de 3.36mm y 3.81mm con respecto al flujo marshall, así como también el diseño añadido la limadura metálica tuvo un rango de 1587.57 kgf a 1632.93 kgf respecto a la estabilidad, y un flujo en el rango de 3.35mm a 3.66mm, y el diseño añadiendo alambres de neumáticos a desuso tuvieron un rango en cuestión a la estabilidad de 1605.72 kgf a 1637.47 kgf, con un rango de flujo de 3.51mm a 3.66mm, mientras que el último diseño hecho con tetra pak, tuvo un rango para la estabilidad de 1387.99 kgf a 1394.79 kgf, y el rango del flujo varía entre 4.27mm a 4.57mm. Mientras que: REYES, Oscar y et al. (2013). En la investigación: *Caracterización mecánica de mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo*. (Revista Científica). Universidad Autónoma del Estado de México, México. Llegaron a la conclusión que: Obtenidos los resultados petrográficos, densidad, fuerza de tracción indirecta y los módulos resilientes de las mezclas asfálticas, las granulometrías md20 son más densos que los de md12, sea cual sea el material pétreo; los ensayos de resistencia y módulo resiliente tienen una relación en las mezclas, también se observó que las mezclas asfálticas si su densidad aumenta, su módulo resiliente también aumenta. En cuanto al origen del agregado, hay una considerable influencia para la mezcla asfáltica, así como también al estado de la mezcla (húmedo, seco o envejecido), pudiendo así afectar su comportamiento mecánico y dinámico. De la misma forma ROMERO, Patricio y et al. (2014). En su investigación: *Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con elastómero (caucho) y tereftalato de polietileno reciclados con ligante asfáltico AC-20*. (Artículo Científico). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-ECUADOR. Llegaron a la conclusión de: Con respecto a las mezclas modificadas, se llega a la conclusión de que el mejor porcentaje y material son las partículas de elastómero. Además, de que los materiales modificadores de la mezcla como lo es el tereftalato y el caucho, además de no ser biodegradables, además de que ayuda con el cuidado del medio ambiente; es así que con una densidad baja estos materiales tienen un notable cambio con respecto a sus volúmenes en la mezcla.

Mientras tanto en el ámbito nacional PORRAS, Mario y DE LA CRUZ, Paulino. (2015). Con su investigación titulada: *Evaluación de desempeño de mezclas asfálticas en caliente diseñada por la metodología Marshall con el ensayo de la rueda cargada de Hamburgo para el proyecto de rehabilitación de la carretera DV Imperial-Pampas*. (Tesis de Posgrado). Universidad Ricardo Palma. Lima. Llegaron a la conclusión, que el método Marshall que ha tomado en cuenta para el diseño de la carpeta comprobando que los parámetros establecidos por este método llegaron a cumplir, siendo así que el ensayo de la rueda cargada se hizo una prueba tras otra demostrando que las condiciones de dicho ensayo todo mejoras; se tuvo en cuenta diseños de ahuellamientos obteniendo diseños de ensayos elevados, y esto ayuda a las condiciones de carga para el ensayo, además hicieron una mejora AASHTO granulometría para que dichos diseño de mezcla asfáltica y mejore de manera considerable el porcentaje de concreto asfáltico. De ahí VALERIANO, Wilbert y CATAORA, Adhemir. (2017). En la investigación: *comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca*. (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Los autores llegaron a la conclusión de: que al adicionar el material llamado zeolita en su estado natural al diseño de mezcla asfáltica en tibia (MAT), se ha comprobado que las propiedades mecánicas de la mezcla convencional es ligeramente mayor que la mezcla con la zeolita, de esta manera la estabilidad MAT es inferior al MAC con 140°C un 2.47%, y mayor al MAC con 100°C en un 22.18%; así también el flujo MAT es mayor al MAC con 140°C en un 3.05%, y ligeramente mayor al MAC con 100°C en un 17.76%. Por otro lado, PILARES, Carlos. (2018). Con su investigación: *Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de alturas*. (Tesis de Posgrado). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. En sus conclusiones detalla: La mezcla modificada con fibras de polipropileno tiene una considerable mejora en estabilidad con respecto a la mezcla tradicional, siendo un 38% mejor, así arroja datos de un 2.9% para los vacíos que es propicio para zonas de temperaturas bajas; la mezcla modificada tiene una mejor respuesta en cuanto a la absorción de material bituminoso, en comparación con la convencional, teniendo así un porcentaje óptimo para el material alternativo que es un 0.6% incrementando la relación estabilidad/flujo en un 27.3%. De la misma forma, en el ámbito regional

UBIDIA, Lucía. (2019). Con su investigación: *Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto, San Martín*. (Tesis de Posgrado). Universidad César Vallejo. Tarapoto. Para esta investigación la autora nos concluye que: Al hacer uso en las mezclas asfáltica, el polvo de caucho en un 0.5% los valores con respecto a la resistencia axial, son elevados; nos detalla también que al hacer uso de dicho material se ha obtenido una ayuda gradual al comportamiento mecánico del C.A. por ende las propiedades mecánicas de la mezcla son mejores, hallando un contenido de PEN óptimo de 5.70%, de tal forma que la estabilidad sea mayor. Por otro lado, RAMIREZ, Pedro y TANANTA, Winsley. (2018). En su investigación: *Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos – 2018*. (Tesis de Posgrado). Universidad César Vallejo. Tarapoto. Los autores detallan en sus conclusiones que: Al modificar la mezcla con gránulos de plástico resiste un promedio de 105kg más que la mezcla tradicional, llegando a tener mejor estabilidad; aumentando también su rigidez 159kg más de lo habitual, es así que el contenido óptimo para el diseño de mezcla con gránulos de plástico es de un 30%. También se encuentra, PINCHI, Luis. (2017). Con su investigación: *Diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente tramo Banda de Shilcayo – Las Palmas*. (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. El autor detalla en sus conclusiones: Que los datos requeridos para diseñar el pavimento asfáltico, que para la investigación se trata de un diseño en caliente, determinando así un adecuado espesor de material granular para una sub base de 5”, y una base de piedra chancada de 4”, por último, la carpeta de rodadura tendrá una capa de 3”, cumpliendo estas medidas para un tránsito mediano-pesado. Es así, que para seguir con la investigación se tuvieron en cuenta algunas **Teorías relacionadas, Pavimento**, según: MONTEJO (2006), expresó, “se denomina pavimento a las capas que comprende desde el suelo natural a un terreno modificado, y este puede ser de materiales distintos como grava o madera; el término se puede relacionar al asfalto” (p. 13). **Pavimento flexible** TORRES (2006), señaló: “Es la carpeta superficial también conocida como capa de rodadura, esta carpeta es la que absorbe las pequeñas deformaciones ejercida por el tránsito; las facultades primarias de un pavimento flexible son: tener una capa superficial uniforme,

textura y color adecuados, ser resistente al tránsito constante, resistente a la intemperie, entre otros” (p. 134). **Características de los pavimentos**, MONTEJO (2006), señaló que: Un pavimento va cumplir apropiadamente sus funciones cuando tenga las siguientes características: a) Tolerar las solicitaciones de carga del tránsito. b) Resistente a la intemperie. c) Textura adaptable a las velocidades de diseño. d) Resistente al desgaste de los neumáticos. e) Ser de larga duración y a un costo bajo. f) Ser adaptable al flujo de las precipitaciones. g) Los ruidos interiores y exteriores de los neumáticos tienen que ser moderados de manera adecuada (p. 13). **Carpeta asfáltica**, CÁRDENAS (2013). Explica que: “Es la parte conformada por la carpeta de rodadura, siendo diseñada con un material pétreo. El cemento asfáltico va depender de la vía o camino a construir; sus características son: adecuada granulometría con diámetro menor a 1’’, agregados sólidos efectuando así el ensayo de abrasión de los ángeles, ser durables y densos de forma propicia, los materiales granulares tienen que ser homogéneos, en cuanto a las mezclas asfálticas se debe conocer un porcentaje óptimo de C.A. a usar, esta mezcla forma una película alrededor de los agregados con un espesor suficiente para que estos resistan los impactos de la transitabilidad y la intemperie, esta carpeta no debe ser muy gruesa, ya que eso resultaría muy costoso, además se perdería la estabilidad de la carpeta, también el material pétreo en exceso puede que quite la fricción de capa de rodadura, es por ello que se realiza ensayos de compresión simple si se trata de mezclas en frío, y ensayos Marshall para mezclas en caliente” (p. 26).

Imagen 1. Partes de una carpeta asfáltica



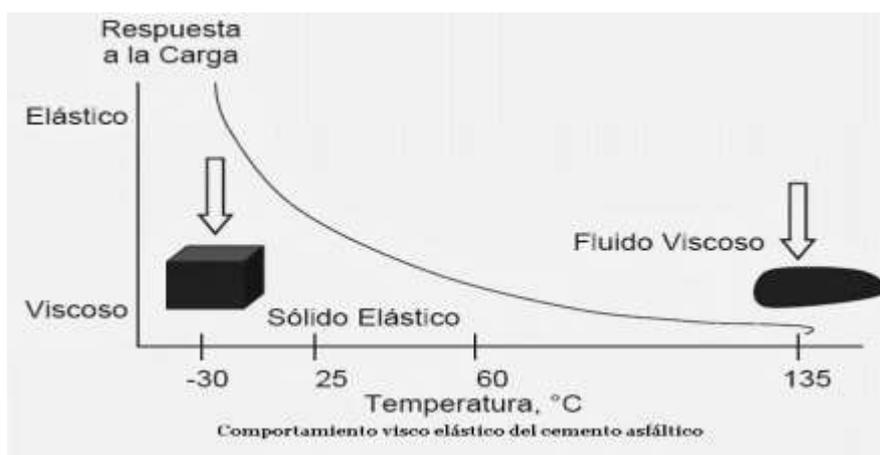
FUENTE: Laboratorio Nacional de Vialidad. (Chile)

La fibra de acero en pavimentos, VIVAR. (2012), detalla que: “la fibra o viruta de acero, es un pequeño filamento alargado, y puede ser del tipo orgánico o sintético, con el cual se conforma la membrana. Al tener en cuenta su aspecto

geométrico, la viruta puede tener una magnitud predominante, la correlación de estas medidas longitud (L) y diámetro equivalente (De), origina a lo que llamamos esbeltez o relación de aspecto. Estas fibras deberán de ser lo mas diminuta para así poder entrelazarse entre toda la mezcla asfáltica” (p. 4). Sus características que aporta al pavimento son: a) resistencia a la fatiga, b) resistencia a la tracción, c) resistencia a la compresión, d) resistencia a la flexión, e) resistencia al impacto, f) resistencia al desgaste. MACCAFERRI (2001. p. 8). Las **Características de la fibra de acero**, SIKA – PERÚ. “La fibra de acero trefilado sirve para el reforzamiento de la mezcla de concreto tradicional, así como también para las mezclas de asfálticas en pavimentos flexibles, la principal característica es que la fibra ayuda a que la mezcla sea homogénea, con una alta relación entre la longitud y su diámetro (L/D), permitiendo un alto rendimiento de la mezcla con una pequeña porción de fibra”. **Diseño de mezclas asfálticas**, MAILA. (2013). Establece que el diseño de mezclas asfálticas en caliente (MAC), consiste en disponer, graduar y unir de manera económica el material pétreo y los agregados, teniendo como base algunas especificaciones técnicas para el diseño que son: porcentaje óptimo del asfalto, ser estable para no crear deformaciones y desplazamientos a lo largo de la vía, optar con buena trabajabilidad evitando que la mezcla se segregue, un porcentaje de vacíos para evitar exudación y soportar las cargas (p.17). En los **Ensayos de Materiales**, según MTC (2011), se tiene el **Análisis de granulometría de los agregados**, el cual nos permite definir de manera cuantitativa el tamaño de los materiales granulares, el cual la norma lo clasifica en: **agregados minerales gruesos**, estos agregados según para el diseño MAC – 2 debe cumplir lo indicado en la *tabla 1*, por otro lado los **agregados minerales finos**, el diseño MAC – 2, nos indica que debe cumplir con las siguientes indicaciones de los ensayos dados en la *tabla 2*. Por último, en la *tabla 3* se detalla las especificaciones de combinación de diseños MAC para los agregados, teniendo en cuenta su granulometría. (p. 8).

El **cemento asfáltico**, que se empleará en lechada de liga y en mezclas asfálticas producidas en caliente, se clasificarán por viscosidad absoluta y por penetración. Depende de las características del clima, su empleo variará, la correspondiente carta de viscosidad del cemento asfáltico.

Imagen 2. Comportamiento visco-elástico del cemento asfáltico.



FUENTE: Blogspot.com

Mientras que el **Método marshall**, según CÁRDENAS Y FUENTES. (2014). Explica que: “El propósito de este ensayo es obtener un contenido óptimo de C.A., teniendo así una mezcla aceptable para los materiales granulares, el ensayo admite las propiedades del diseño MAC, además este método establece las densidades y los porcentajes óptimos de vacíos. Pero el diseño marshall modificado, para realizarlo en laboratorio con el fin de mantener la mezcla caliente en el campo, densamente graduado (p. 29). El **Procedimiento del ensayo marshall**, es calentar el material bituminoso, mezclar con los agregados y por último compactar las muestras, se debe realizar varias muestras con un porcentaje diferente de cemento asfáltico, así de esta manera se podrá determinar las relaciones de vacíos – densidad y estabilidad – flujo (p. 30). Para la **Determinación de la gravedad específica**, se hará en cuanto las muestras compactadas hayan enfriado, luego se procederá a sumergir dichas muestras a un recipiente de acuerdo a la norma ASTM D2726, luego se procede a realizar el peso respectivo de cada especimen y así determinar el porcentaje de absorción de cada uno. (p. 30) , mientras que los **Ensayos de estabilidad y flujo**, uno determina la resistencia a la deformación del especimen mientras que el otro determina la deformación bajo la carga, para determinar dichos resultados, las muestras deberán reposar a baño maría a una temperatura de 60°C, luego se retira los especímenes para colocarlos a la prensa marshall y ahí se llega al punto de quiebre de la muestra dándonos los resultados requeridos para dicho ensayo, para la estabilidad marshall los valores obtenidos serán medidos en kgf, y el flujo se medirá en mm. Ya desarrollando los temas relevantes para la investigación nace la **Formulación del problema**: ¿Con la

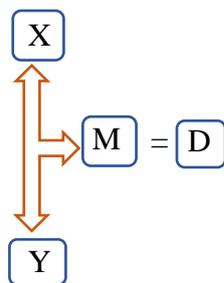
adición de fibra de acero nos permitirá mejorar la resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente? Así como también se ha obtenido otras interrogantes como los **Problemas específicos:** ¿Qué características físicas y químicas contienen los agregados y la fibra de acero?, ¿De qué manera influye en el diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional incorporando la fibra de acero al 5%, 10% y 12%?, ¿Cuál es el diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de la fibra de acero?, ¿Cuáles son los costos de utilización para un metro cúbico de mezcla asfáltica en caliente convencional y el diseño de mezcla añadiendo fibra de acero? Teniendo ya estas interrogantes, se empezó a detallar la **Justificación Teórica:** Esta tesis se justifica porque los conceptos y teorías de la ingeniería aplica a los diseños de mezclas, y serán validados desde la aplicación en laboratorio, a través de la propuesta de la adición de fibra de acero, para mejorar la resistencia a las deformaciones; también se explica la **Justificación Práctica:** Con la finalidad de encontrar alternativas nuevas para el diseño de mezcla, la presente investigación se justifica desde la práctica ya que nos permitirá determinar nuevas opciones para su aplicación en la construcción de infraestructura necesaria para el desarrollo socio económico de los pobladores de una circunspección determinada, como lo es el caso de la ciudad de Yurimaguas; así mismo se detalla la **Justificación social:** La mejora de una infraestructura vial es una condición que anhela toda población y reclamada en diferentes espacios de participación ciudadana como lo es proceso de avance y planes estratégicos, ya que una construcción en cualquier zona ayudará a una mejor calidad de vida, y además se es notorio que la calidad de vida de las pavimentaciones en la ciudad de Yurimaguas, por ende la propuesta de un diseño de mezcla con nuevas alternativas, constituye una buena opción desde el punto de vista social; de esta manera se tiene una **Justificación por Conveniencia;** esta investigación conviene a futuras investigaciones ya que abre nuevos aportes ingenieriles para el estudio de infraestructura, y así obtener información de nuevas alternativas para el desarrollo de pavimentos flexibles dentro de su ámbito de competencia; por último tenemos la **Justificación Metodológica:** La investigación plantea un método descriptivo – propositivo, por consiguiente la justificación metodológica radica en que los resultados nos permitirá demostrar que este método es válido para desarrollar investigaciones que busquen describir una realidad, y a partir de ello plantear alternativas de solución. Con respecto al

Objetivo General: Diseñar una mezcla asfáltica en caliente con la inclusión de la fibra de acero, de esa manera mejorar la resistencia a las deformaciones; también se tiene los **Objetivos Específicos:** Obtener las características físicas y químicas de los agregados y de la fibra de acero para el diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando fibra de acero; Diseñar una mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibra de acero al 5%, 10% y 12%; Obtener el diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibra de acero; Obtener los costos de utilización de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de fibra de acero. Por último tenemos a la **Hipótesis General:** La inclusión de la fibra de acero nos permitirá mejorar la resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente; así como también se tiene las **Hipótesis Específicas:** Las características físicas y químicas de los agregados y de la fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando fibra de acero mejorarán las propiedades de resistencia a la deformación; con la adición de la fibra de acero al 5%, 10% y 12% se tendrá una influencia positiva en el diseño de mezclas en caliente; se obtendrá un diseño óptimo de mezclas asfálticas en caliente con la incorporación de fibra de acero; con la incorporación de fibra de acero se disminuirán los costos por m³ en la elaboración de una mezcla asfáltica en caliente.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

En la presente tesis se utilizó el diseño experimental correlacional, ya que las variables se relacionan para una muestra y así llegar al diseño, de esa manera se examinará la alternativa del uso de la fibra de acero en el diseño de mezclas asfálticas en caliente; así el diseño es:



Dónde:

X: Diseño de mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero

Y: Ensayo marshall

M: Muestra

D: Diseño

A continuación, la gráfica del diseño experimental correlacional para el diseño MAC -2:

GE (1)	X1 (MAC-2, con 5% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero) 3	X1 (MAC-2, con 5.5% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero) 3	X1 (MAC-2, con 6% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero) 3	X1 (MAC-2, con 6.5% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero) 3
GE (2)	X2 (MAC-2, con 5% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero) 3	X2 (MAC-2, con 5.5% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero) 3	X2 (MAC-2, con 6% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero) 3	X2 (MAC-2, con 6.5% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero) 3
GE (3)	X3 (MAC-2, con 5% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero) 3	X3 (MAC-2, con 5.5% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero) 3	X3 (MAC-2, con 6% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero) 3	X3 (MAC-2, con 6.5% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero) 3
GC	X0 (MAC-2, con 5% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero) 3	X0 (MAC-2, con 5.5% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero) 3	X0 (MAC-2, con 6% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero) 3	X0 (MAC-2, con 6.5% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero) 3

Dónde:

GC: Grupo control (MAC-2, sin adición de fibra de acero).

GE: Grupo experimental MAC-2 con adición de fibra de acero.

X0, X1, X2, X3: MAC-2 con 0%, 5%, 10% y 12% de fibra de acero, respectivamente.

3: Número de muestras (briquetas).

2.2. Variables, Operacionalización

Variable I: Diseño de mezclas en caliente con adición de fibra de acero

Variable II: Ensayo Marshall

Tabla 1. Operacionalización de variables

	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente Diseño de mezcla en caliente con adición de fibra de acero	Al hacer una mezcla asfáltica en caliente, es necesario combinar el C.A., los agregados y también el material alternativo que es la fibra de acero en cantidades idóneas; las cantidades relativas de estos materiales van a determinar las propiedades físicas de la mezcla. ASPHALT INSTITUTE 1982. (p. 57)	Determinar las características de una mezcla asfáltica en caliente adicionando fibra de acero a partir de las diversas pruebas hechas en laboratorio para así mejorar la resistencia a las deformaciones.	-Características físicas y químicas de agregados y fibra de acero. -Diseño mezcla asfáltica con 0%, 5%, 10% y 12% de fibra de acero.	-Gráfico granulométrico. -Límites de consistencia de la malla N° 40 MTC E111. -Límites de consistencia de la malla N°200 MTC E111. -Una cara fracturada MTC E210 -Dos caras fracturadas a más MTC E210 -Chatas y alargadas ASTM 4791 -Equivalente de arena MTC E114 -Peso específico grueso MTC E205 -Peso específico fino MTC E205 -Absorción del grueso MTC E 206 -Absorción del fino MTC E 206 -Ensayos de abrasión MTC E 207 -Ensayos de durabilidad MTC E 209	Intervalo
Variable Dependiente Ensayo Marshall	La finalidad de este método es determinar la proporción óptima del C.A. y así tener una mezcla aceptable para los agregados, este método también considera las propiedades de MAC que se diseña, así mismo establecer densidades y contenidos óptimos de vacíos. CÁRDENAS Y FUENTES (2014).	Determinación de las características del método Marshall, para la obtención de resistencia a las deformaciones.	-Diseño óptimo de mac-2 con incorporación de fibra de acero. -Validad económica	-Resistencia Marshall: Estabilidad marshall para el diseño con 0%, 5%, 10% y 12% de incorporación de fibra de acero (kgf) -Deformaciones Marshall (flujo): Flujo para un diseño de 0%, 5%, 10% y 12% de incorporación de fibra de acero (mm) -Relación Resistencia/Deformación: Estabilidad/flujo para los diseños de 0%, 5%, 10% y 12% de fibra de acero -Metrados - Análisis de Costos unitarios	Intervalo

Fuente: *Elaboración propia del tesista*

2.3. Población y muestra

Población

Para la presente tesis la población estará dada por la totalidad de las unidades de análisis de la mezcla asfáltica en caliente como parte de la investigación.

Muestra

La unidad muestral será de 36 ensayos marshall la cual constituye cada tipo de dosificación de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero a ser utilizados, y 12 ensayos marshall de mezcla asfáltica en caliente convencional, haciendo un total de 48 ensayos a realizar, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Distribución de la muestra de la tesis.

Adición de fibra de acero	Propiedades mecánicas				Parcial
	Resistencia a las deformaciones				
	Ensayos marshall				
	5.0% c.a.	5.5% c.a.	6.0% c.a.	6.5% c.a.	
0%	3 briq.	3 briq.	3 briq.	3 briq.	12 unid
5.0%	3 briq.	3 briq.	3 briq.	3 briq.	12 unid
10.0%	3 briq.	3 briq.	3 briq.	3 briq.	12 unid
12.0%	3 briq.	3 briq.	3 briq.	3 briq.	12 unid
	Total				48 unid

Fuente: Elaboración propia del tesista

2.4. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Se aplicará la técnica de realización de ensayos hechos en laboratorio, misma que consiste en aplicar cada uno de los ensayos suscritos en la operacionalización de variables, siguiendo el procedimiento establecido para cada uno de ellos, con diferentes porcentajes de cemento asfáltico.

Instrumentos

El instrumento será la ficha de recopilación de datos extraídos del laboratorio, la misma que consta de un ingreso sistemático de cada uno de los valores obtenidos para prueba de laboratorio definido en la operacionalización de variables. Además, se realizó el diseño MAC-2, con 5%, 10% y 12% de fibra de acero para cada ensayo marshall, y un diseño sin adicionar la fibra de acero.

Ficha de recopilación de datos de laboratorio

En función de cada elemento que se detalla a continuación se tiene que registrar los valores para cada una de ellas. El procedimiento a seguir corresponde a lo especificado en el manual técnico de cada ensayo; los datos servirán para poder determinar los valores a ser utilizados en el diseño del uso de la fibra de acero.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos a utilizar

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTE
Ensayos físicos y químicos	- Ensayos de laboratorio - Hojas de cálculo (Excel)	- MTC E 114
		- MTC E 222
		- MTC E 209
		- MTC E 220
		- MTC E 111
		- MTC E 214
		- MTC E 211
		- MTC E 304
		- MTC E 219
		- MTC E 205
Ensayos marshall	- Ensayos de laboratorio - Hojas de cálculo (Excel)	- MTC E 504
		- MTC E 505
		- ASTM – D 4867
Trabajos de gabinete	Cálculos y procesos de datos	Excel, SPSS IBM

Fuente: Elaboración propia

Validación

Para la validación de la hipótesis de la presente investigación, se ha utilizado el programa estadístico básico IBM SPSS, mediante el análisis paramétrico y haciendo uso de coeficiente de correlación.

Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos se elaborará sobre la certificación que emita el laboratorio de los equipos calibrados, es así que la UCV los valida mediante su laboratorista, verificando que cumplan con la norma técnica de calibración de equipos de laboratorio.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para procesar la recopilación de datos de laboratorio, se va hacer uso del programa Excel con la finalidad de definir mejor los cuadros, seguidamente los gráficos, además se hará uso también del programa SPSS, para correlacionar el análisis paramétrico y los coeficientes de dichos resultados.

2.6. Aspectos éticos

Para los aspectos éticos, la presente tesis respetará adecuadamente las citas bibliográficas y referencias de sitios de internet, conforme al reglamento que establece la Universidad César Vallejo; además esta investigación no presentará copia o plagio.

III. RESULTADOS

3.1. Propiedades físicas y químicas de los agregados y de la fibra de acero

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas de los agregados

PROPIEDADES FÍSICAS				PROPIEDADES QUÍMICAS			
A.F.		A.G.		A.F.		A.G.	
% Que pasa malla N°200	4%						
% Humedad malla N° 40	16.6	Una cara fracturada (%)	99.5	Sales solubles (%)	0.037	Durabilidad al MgSO4 (%)	5.45
% Humedad malla N° 200	24.53	Dos caras fracturadas (%)	96	Durabilidad al MgSO4 (%)	7.2		
Eq. Arena (%)	76	Chatas y alargadas (%)	3.2				
Peso esp. (gr/cm ³)	2.667	Peso esp. (gr/cm ³)	2.683				
% absorción	0.22	% absorción	0.68				
Angularidad (%)	58.8						

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Tabla 5. Propiedades físicas y químicas de la fibra de acero

PROPIEDADES FÍSICAS		PROPIEDADES QUÍMICAS	
		Viscosidad	
Longitud (mm)	35	cinemática	No aplica
Diámetro (mm)	0.54	Inflamación	Nula
Relación (L/D)	64.81	Viscosidad dinámica	Nula
Densidad (gr/cm ³)	7.7		
Resistencia a tracción (MPa)	1300		

Fuente: SIKA – PERÚ

Interpretación

Atendiendo las normas pertinentes a los ensayos de agregados, se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 11, con un contenido de humedad que pasa la malla N° 40 igual a 16.6% y en la pasante de la malla N° 200 el contenido de humedad fue de 24.53%, obteniendo también un equivalente de arena un total de 76% lo cual cumple con las especificaciones técnicas EG-2013, el cual nos pide un mínimo de 60%. El peso específico del agregado fino fue de 2.67 gr/cm³, mientras que del agregado grueso 2.68 gr/cm³; un porcentaje del agregado fino y grueso de 0.22% y 0.68% respectivamente; la

angularidad de la arena dio un resultado de 58.8%. Para las partículas fracturadas la especificación EG-2013 nos pide un mínimo de 85% para una cara fracturada y 50% para dos caras fracturadas, y se ha obtenido 99.5% y 96% respectivamente; las partículas chatas y alargadas las especificaciones exige un 10% como máximo, y se ha obtenido un 3.2%. Mientras en las propiedades químicas, las sales solubles de los finos nos arrojaron un resultado bajo en sales siendo 0.037%, y en la durabilidad al sulfato de magnesio (MgSO₄) tanto para los agregados finos y gruesos las especificaciones recomiendan un máximo de 18%, y en los ensayos se obtuvo un 5.45% y 7.20% tanto para el agregado fino y grueso respectivamente; cumpliendo así todas las especificaciones requeridas en los ensayos de los agregados. Como se puede apreciar en la siguiente tabla, se muestran las propiedades físicas y químicas de la fibra de acero (*SIKA FIBER CHO 65/35 NB*), en las propiedades químicas se puede ver que esta fibra no es inflamable al introducir calor en ella, eso quiere decir que la fibra se puede utilizar en los ensayos de diseño en caliente, por otra parte en las propiedades físicas el material ofrece dimensiones muy pequeñas como el largo que mide 35 mm con un diámetro de 0.54 mm, pero ofreciendo una resistencia a la tracción de 1300 MPa.

3.2. Dosificación para el diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12%

Tabla 6. Dosificación para el diseño de mezclas

DOSIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS				
MATERIAL	Diseño convencional	Diseño con fibra de acero 5%	Diseño con fibra de acero 10%	Diseño con fibra de acero 12%
Gravilla chancada 1/2" (gr)	456	432	408	396
Arena chancada 3/16" (gr)	504	492	480	468
Arena natural (gr)	240	216	192	192
Fibra de acero (gr)	0	60	120	144
TOTAL (gr)	1200	1200	1200	1200

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Tabla 7. Cemento asfáltico para el diseño convencional

DISEÑO CONVENCIONAL	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS			
		C.A. 5.0%	C.A. 5.5%	C.A. 6.0%	C.A. 6.5%
Número de golpes en cada lado		75	75	75	75
Estabilidad marshall (prom.)	815 kgf	1061	1000	986	984
Flujo (prom.)	2 a 4 (mm)	3.7	3.0	3.6	3.2
Vacío de aire (%)	3 a 5 (%)	4	4.9	2.2	3.3
V.A.M. para diámetro (%)	3/4" Mín. 14 (%)	15.3	17.2	15.8	17.9
Estabilidad/flujo (prom.)	1700 - 4000 (kgf/cm)	2932	3094	2717	3108

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Tabla 8. Cemento asfáltico para el diseño de mezcla con 5% de fibra de acero

DISEÑO CON 5% DE FIBRA DE ACERO	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS			
		C.A. 5.0%	C.A. 5.5%	C.A. 6.0%	C.A. 6.5%
Número de golpes en cada lado		75	75	75	75
Estabilidad marshall (prom.)	815 kgf	1170	1147	1180	1232
Flujo (prom.)	2 a 4 (mm)	3.6	3.4	4	4.2
Vacío de aire (%)	3 a 5 (%)	8.7	5.9	5.3	4.6
V.A.M. para diámetro (%)	3/4" Mín. 14 (%)	19.4	18.1	18.6	19.1
Estabilidad/flujo (prom.)	1700 - 4000 (kgf/cm)	3329	3318	2988	2917

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Tabla 9. Cemento asfáltico para el diseño de mezcla con 10% de fibra de acero

Diseño con 10% de fibra de acero	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS			
		C.A. 5.0%	C.A. 5.5%	C.A. 6.0%	C.A. 6.5%
Número de golpes en cada lado		75	75	75	75
Estabilidad marshall (prom.)	815 kgf	1100	1145	1050	946
Flujo (prom.)	2 a 4 (mm)	3.5	3.4	3.1	2.9
Vacío de aire (%)	3 a 5 (%)	10.8	8.1	8.2	8.3
V.M.A. para diámetro (%)	3/4" Mín. 14 (%)	21.3	19.9	21	22.1

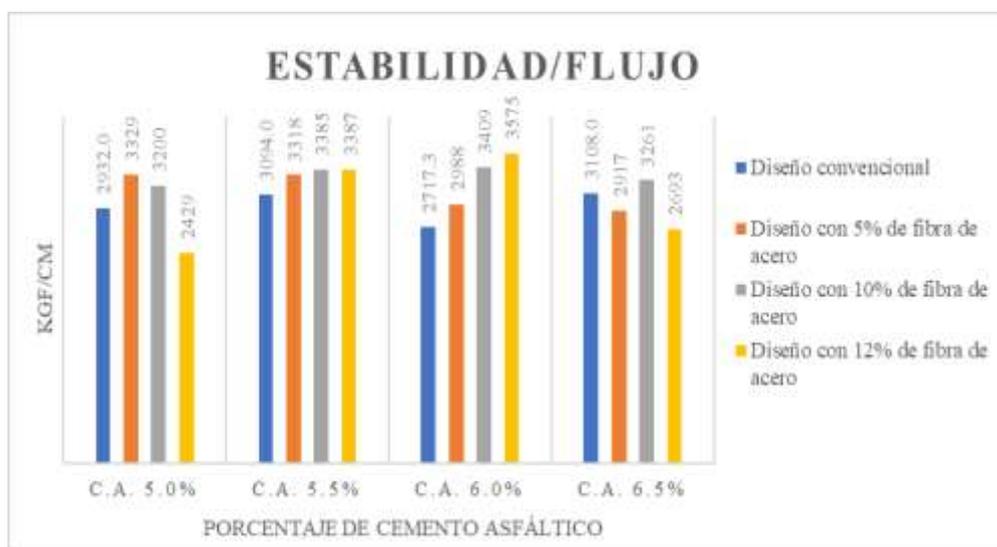
Estabilidad/flujo (prom.)	1700 - 4000 (kgf/cm)	3200	3385	3409	3261
---------------------------	----------------------	------	------	------	------

Tabla 10. Cemento asfáltico para el diseño de mezcla con 12% de fibra de acero

Diseño con 12% de fibra de acero	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS			
		C.A. 5.0%	C.A. 5.5%	C.A. 6.0%	C.A. 6.5%
Número de golpes en cada lado		75	75	75	75
Estabilidad marshall (prom.)	815 kgf	1082	1147	1180	980
Flujo (prom.)	2 a 4 (mm)	4.5	3.5	3.3	3.6
Vacío de aire (%)	3 a 5 (%)	11.4	9.8	8.5	7
V.M.A. para diámetro (%)	3/4" Mín. 14 (%)	21.8	21.5	21.3	21.1
Estabilidad/flujo (prom.)	1700 - 4000 (kgf/cm)	2429	3387	3575	2693

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Imagen 3. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12%



Fuente: Elaboración propia del tesista.

Interpretación

En la tabla 6 se presenta la dosificación de cada diseño de mezcla asfáltica en caliente, tanto el diseño convencional como el diseño con incorporación de fibra de acero al 5%, 10% y 12%, con un peso base de 1200 gr para cada diseño, dosificando cada material; la gravilla chancada de 1/2" en el diseño convencional se tiene 456gr de peso, la fibra de acero al 5% un peso de 432gr, fibra de acero de 10% un peso de 408gr y la fibra de acero al 12% un peso de

396gr; Arena chancada 3/16" el diseño convencional tiene un peso de 504gr, fibra de acero al 5% un peso de 492gr, fibra de acero al 10% un peso de 480gr, al 12% de fibra de acero un peso de 468gr; la arena natural en para el diseño convencional se tiene un peso de 240gr, para 5% de fibra de acero se tiene 216gr, al 10% de fibra de acero se obtuvo 192gr y para el diseño al 12% se tiene un peso de 192gr, y la adición de fibra de acero en el diseño convencional es 0gr, al 5% un peso de 60gr, al 10% de fibra de acero un peso de 120gr y al 12% de fibra de acero un peso de 144gr. La tabla 7 presenta los resultados de un diseño de mezcla convencional, dando como resultados los ensayos en diferentes porcentajes de cemento asfáltico en 5%, 5.5%, 6% y 6.5%, obteniéndose una estabilidad marshall de 1061 kgf, 1000 kgf, 986 kgf y 984 kgf, y un flujo de 3.7 mm, 3.0 mm, 3.6 mm y 3.2 mm respectivamente, estando cumpliendo con lo requerido de las especificaciones, teniendo como resultado una relación estabilidad/flujo con los siguientes resultados: 2932 kg/cm, 3094 kg/cm, 2738 g/cm y 3075 kg/cm; estos resultados son el promedio de 3 briquetas por cada porcentaje de cemento asfáltico. Para la tabla 8 el diseño de mezcla asfáltica en caliente con adición de 5% se ha obtenido una mejora con respecto al diseño de mezcla convencional siendo favorables al diseño, teniendo como resultado 1170 kgf, 1147 kgf, 1180 kgf y 1232 kgf para cada porcentaje de cemento asfáltico, lo mismo para el flujo cumpliendo todas las especificaciones, pero para el porcentaje de vacíos solo cumple para un cemento asfáltico de 6.5%. En la tabla 9 el diseño contempla la adición del 10% de fibra de acero, obteniendo resultados de la estabilidad igual al 1100 kgf, 1145 kgf, 1050 kgf, y 946 kgf respectivamente a cada cemento asfáltico, además cumpliendo con las especificaciones, además se tiene un excedente de porcentaje de vacíos; y se obtuvo los siguientes resultados de la relación estabilidad/flujo: 3200 kgf/cm, 3385 kgf/cm, 3409 kgf/cm y 3261 kgf/cm respectivamente para cada % de cemento asfáltico. En la tabla 10, el diseño con el 12% de fibra de acero a nuestra mezcla asfáltica los resultados de la estabilidad marshall fueron de 1082 kgf, 1147 kgf, 1180 kgf y 980 kgf para cada porcentaje del cemento asfáltico, además los resultados del flujo marshall fue de 4.5 mm, 3.5 mm, 3.3 mm y 3.6 mm respectivamente, llegando a obtener la relación estabilidad/flujo de 2429 kgf/cm, 3387 kgf/cm, 3575 kgf/cm y 2693 kgf/cm; teniendo como excedente

a lo especificado de porcentaje de vacíos. En la imagen 3 que se adjunta se muestra el resumen de los diseños de cada cemento asfáltico en sus proporciones de 0%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% demostrando que hay variaciones con respecto al diseño de cada incorporación de fibra de acero en cada mezcla, teniendo valores por encima del diseño convencional.

3.3. Diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12%.

Tabla 11. Diseños óptimos de PEN 60/70 para mezclas asfálticas en caliente

	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS			
		Diseño Convencional	Fibra de Acero 5%	Fibra de Acero 10%	Fibra de Acero 12%
% Óptimo de cada diseño (PEN 60/70)		5.8	5.5	5.7	5.85
Número de golpes en cada lado		75	75	75	75
Estabilidad marshall	815 kgf	1192	1199	1259	1257
Flujo	2 a 4 (mm)	3.5	3.4	3.6	3.6
Vacío de aire (%)	3 a 5 (%)	8.4	4.7	4.8	4.9
Vacíos llenados con C.A. (%)		60.3	72.1	73.4	72.8
V.M.A. para diámetro (%)	3/4" Mín. 14 (%)	21	17	17.7	18
Estabilidad/flujo (prom.)	1700 - 4000 (kgf/cm)	3407	3526	3727	3594

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Interpretación

Se muestra la tabla 11 con los diseños óptimos con adición de fibra de acero al 0%, 5%, 10% y 12% donde se observa que el diseño óptimo convencional la relación estabilidad/flujo es relativamente inferior a los demás diseños que son añadidos la fibra, siendo 3.43% el diseño convencional con respecto al diseño con 5% de fibra de acero, y 8.586% menor al diseño de 10% de fibra de acero, por último, se tiene que es un 5.2% inferior al diseño con 12% de fibra acero. Para la determinación del diseño óptimo se ha considerado un 5% de fibra con 5.5% de c.a. ya que la estabilidad marshall para cada porcentaje de fibra de acero es de 1192kgf, 1199kgf, 1259kgf y 1257kgf respectivamente; mientras que los porcentajes de vacíos de aire para la mezcla

convencional es de 8.4% que excede el límite de las especificaciones; si bien es cierto q mientras menos porcentajes de vacíos tenga la mezcla, mejor respuesta de diseño se va obtener, por ende el diseño que mejor respuesta en cuanto a porcentaje de vacíos se tiene es el de 5% de fibra de acero ya que cuenta con 4.7% que está dentro de las especificaciones, y las mezclas que tienen 10% y 12% tienen un porcentaje de 4.8% y 4.9% respectivamente, y está más alto que el de 5%; lo mismo sucede con los vacíos de agregado mineral (VMA), se tiene un 21%, 17%, 17.7% y 18% de vacíos, para la mezcla convencional y con adición de 5%, 10% y 12% respectivamente; teniendo una mejor respuesta a la estabilidad y mayor duración para la mezcla con menores vacíos (17%), también no debe ser menor al mínimo establecido por las especificaciones, ya que es contraproducente y perjudicial para la calidad de la mezcla.

3.4. Obtención de los costos de utilización de mezclas asfálticas en caliente con adición de fibra de acero.

Tabla 12. Costos de utilización del diseño óptimo convencional.

MATERIALES	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Parcial	TOTAL
C.A. PEN 60/70	gal	5.00	5.00	25.00	
PIEDRA CHANCADA	m3	0.60	80.00	48.00	
ARENA CHANCADA	m3	0.60	80.00	48.00	
ARENA NATURAL	m3	0.45	70.00	31.50	
RICOT Z	kg	1.20	20.00	24.00	
PETROLEO	gal	6.00	12.50	75.00	
				Costo Materiales	251.50

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Tabla 13. Costos de utilización del diseño óptimo con 5% fibra de acero, para 1m3.

MATERIALES	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Parcial	TOTAL
C.A. PEN 60/70	gal	5.00	5.00	25.00	
FIBRA DE ACERO	kg	1.5	15	22.50	
PIEDRA CHANCADA	m3	0.40	80.00	32.00	
ARENA CHANCADA	m3	0.40	80.00	32.00	
ARENA NATURAL	m3	0.36	70.00	25.20	
RICOT Z	kg	1.20	20.00	24.00	

PETROLEO	gal	6.00	12.50	75.00	
				Costo Materiales	235.70

Fuente: Laboratorio TyF AMAZÓNICOS SAC.

Interpretación

El diseño convencional y el diseño con adición de fibra de acero tienen costos diferentes por cada metro cúbico (m³), siendo S/ 251.50 Y S/ 235.70 respectivamente, siendo así 6.28% más económico la mezcla asfáltica añadiendo la fibra de acero, con respecto a la mezcla convencional.

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Para realizar la validación de hipótesis, esta investigación de ha empleado el programa estadístico IBM SPSS, y se utilizó la fórmula de regresión lineal simple, de esta manera se podrá estimar a cuanto porciento las dos variables (dependiente e independiente) se correlacionan entre sí; así la fórmula siguiente:

Donde:

$$Y = b_0 + b_1 * X$$

Y: ensayo marshall

X: Diseño de mezcla en caliente con adición de fibra de acero

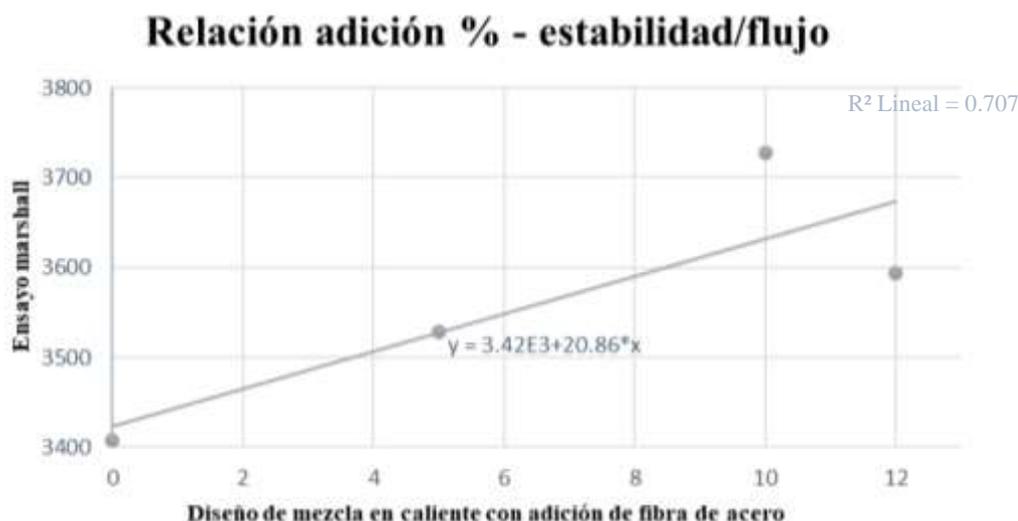
b₀: intercepto

b₁: pendiente

De la fórmula anterior se tiene que (X) es la variable independiente, en la cual la investigación está centrada; mientras (Y) es la variable dependiente, el cual se va manipular para poder llegar al resultado que se espera; (b₀) es el valor que sirve para determinar cuantitativamente de las dos variables; (b₁) es la pendiente que pasa por los puntos del plano cartesiano, y así determinar los grados de correspondencia de la hipótesis.

En el siguiente gráfico se va a corroborar la veracidad de la hipótesis, empleando el programa IBM SPSS, colocando los datos que se obtuvo.

Imagen 4. Dispersión de puntos por regresión lineal simple entre las variables.



Fuente: IBM SPSS statistic 22

Tabla 14. Correlaciones: estadístico descriptivo estabilidad/flujo

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación	N
Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	6.7500	5.37742	4
Ensayo marshall	3564.0000	133.43413	4

Fuente: IBM SPSS statistic 22

Tabla 15. Correlación lineal de Pearson: estabilidad/flujo

		Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	Ensayo Marshall
Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	Correlación de Pearson	1	0.841
	Sig. (bilateral)		0.159
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	86.750	1810.0000
	Covarianza	28.917	603.333
	N	4	4
Ensayo Marshall	Correlación de Pearson	0.841	1
	Sig. (bilateral)	0.159	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	1810.000	53414.000
	Covarianza	603.333	17804.667
	N	4	4

Fuente: IBM SPSS statistic 22

Tabla 16. Regresión lineal

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación	N
Ensayo Marshall	3564.000 0	133.43413	4
Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	6.7500	5.37742	4

Fuente: IBM SPSS statistic 22

Tabla 17. Correlación de Pearson de la regresión lineal de Pearson: estabilidad/flujo

		Ensayo Marshall	Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero
Correlación de Pearson	Ensayo Marshall	1.000	0.841
	Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	0.841	1.000
Sig. (unilateral)	Ensayo Marshall	.	0.080
	Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	0.080	.
N	Ensayo Marshall	4	4
	Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	4	4

Fuente: IBM SPSS statistic 22

Tabla 18. Coeficientes estadísticos: estabilidad/flujo

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	3423.164	77.883		43.953	0.001
1 Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero	20.865	9.497	0.841	2.197	0.159

a. Variable dependiente: Ensayo Marshall

Fuente: IBM SPSS statistic 22

Tabla 19. Resumen del modelo estadístico: estabilidad/flujo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	0.841 ^a	0.707	0.561	88.45665	0.707	4.826	1	2	0.159

a. Predictores: (Constante), Mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero

Fuente: IBM SPSS statistic 22

Interpretación

De los resultados obtenidos mediante el programa IBM SPSS statistic 22 se puede constatar que las variables dependientes e independientes se correlacionan en un 84.10%, eso quiere decir que la hipótesis es aceptable y significativa para nuestro diseño, además se tiene un grado de significancia de 0.159; también se concluye que el diseño óptimo más aceptable es la mezcla con adición del 5% de fibra de acero, ya que la regresión lineal se acerca más a ese diseño. (ver imagen 4).

IV. DISCUSIÓN

Se ha realizado satisfactoriamente el diseño de una mezcla asfáltica en caliente con la adición de fibra de acero, comparándolo con un diseño convencional, empleando el método marshall, habiéndose realizado 12 briquetas para el diseño piloto y 36 briquetas para los diseños con fibra de acero en sus diferentes proporciones; se ha obtenido los resultados con un contenido de humedad que pasa la malla N° 40 igual a 16.6% y en la pasante de la malla N° 200 el contenido de humedad fue de 24.53%, obteniendo también un equivalente de arena un total de 76% lo cual cumple con las especificaciones técnicas EG-2013, el cual nos pide un mínimo de 60%. El peso específico del agregado fino fue de 2.67 gr/cm³, mientras que del agregado grueso 2.68 gr/cm³; un porcentaje del agregado fino y grueso, en el caso de esta investigación se tuvo en cuenta materiales procedentes del río Huallaga pero procesadas, así como el agregado grueso chancado, para aprovechar mejor las angularidades y tener mayor adherencia con el cemento asfáltico, también se ha usado para nuestra muestra arena chancada procedente del mismo lugar, y la arena natural fue seleccionada del río Cumbaza, cumpliendo en los ensayos con todas las especificaciones requeridas para los agregados, llegando a un resultado de obtener un contenido óptimo de c.a. de 5.5% y 5% de fibra de acero teniendo una estabilidad de 0.58% de mejora y una mejora en el flujo de 2.85% mejor que la convencional; para ROMERO y et al. (2014), los ensayos físicos de los agregados tuvieron dificultades al momento de realizar los ensayos de caracterización, ya que para el primer material que escogieron de la mina Píntag la gravedad específica del material granular grueso no cumplía con las especificación con respecto a su gravedad específica, además al realizar el ensayo de densidad bulk, el peso de las briquetas elaboradas se elevaron, llegando a la conclusión de que el material de dicha mina es muy poroso, ya que absorbe demasiado volumen de agua, haciendo que el diseño pierda estabilidad, llegando a utilizar materiales de otra ubicación para poder cumplir con lo requerido en sus normas; por otro lado el diseño más conveniente fue la mezcla con incorporación de alambre de neumático en desuso con un 20.5% de adición obteniendo 6.38% de mejora en la estabilidad, mientras que el flujo tuvo un resultado inferior al 7.09% con respecto al diseño convencional. De ambas investigaciones podemos indicar que la presente investigación, con respecto a la incorporación de fibra de

acero al 5% es un porcentaje mucho menor que la investigación de Romero y et al, logrando una estabilidad de 1199kgf y un flujo de 3.4mm, resultando una relación de 3526kgf/cm, cumpliendo la normativa E 521 en ambos proyectos investigados.

En la presente investigación se ha utilizado el cemento asfáltico PEN 60/70 con el fin de obtener mejores resultados en la mezcla en caliente, no se tuvo la necesidad de cambiar de canteras, teniendo un 4% del porcentaje que pasa por la malla N°200, para poder llegar a lo requerido por las especificaciones técnicas, además se obtuvo una resistencia conservada del 90.8%, siendo superior al mínimo requerido por las especificaciones técnicas del MTC – E 521, con un 1.64% de limos de esta investigación, y una densidad máxima de 2,44 gr/cc, obteniendo una adherencia de los agregados finos y gruesos de 5% y 97% respectivamente, cumpliéndose de acuerdo a norma MTC E 220 y MTC E 517. De la investigación de REYES y et al (2013), determinaron que la gradación de los agregados varía de manera considerable dependiendo del origen del material, teniendo una influencia en el mayor en la mezcla asfáltica, sin tener en cuenta el tiempo de vida, ni la saturación de la mezcla, y éstas abarcan un efecto contrario al comportamiento mecánico y al dinámico, pudiendo relacionar densidades y módulos resilientes; así mismo, a partir de la descripción macroscópica del agregado fino de la cantera Cantol, se observa la presencia de arenas de color gris medio amarillento. La muestra está representada en un 69.2% por fragmentos de cristales, integradas por cuarzo, plagio clasa, biotita y anfíbol, de tamaño menor a 2.00 mm, hasta limo fino menor a 81 μ . El resto de la fracción corresponde al 30.8% de la muestra y se halla integrada predominantemente por fragmentos de rocas ígneas volcánicas (14.6%), representadas por basaltos, andesitas y basaltos andesíticos, le sigue en menor proporción por fragmentos de roca piroclástica (9.0%), y en bajo contenido se encuentran fragmentos de rocas ígneas plutónicas (7.1%), cuyo tamaño varía de 2 mm a 3.5 mm. En la Figura 6 se observan las fracciones de la arena triturada Cantol, pasada por tamices desde tamaño arena muy gruesa a limo grueso. De ambas investigaciones se puede manifestar que tanto los agregados finos y gruesos, se encuentran dentro de los parámetros técnicos establecidos por el MTC E 220 y MTC E 517.

En esta tesis los ensayos respectivos de lo que realizamos en laboratorio se ha obtenido una adición de 5% de fibra, al 5.5% de cemento asfáltico, un % vacíos=4.7%, VMA=17%, flujo 3.4mm, estabilidad=1199 kgf con una relación estabilidad/flujo=3528 kgf/cm; siendo el óptimo debido a sus resultados favorables, esto ayuda de manera oportuna al diseño MAC-2; sobre el aspecto nacional, en su trabajo PORRAS y DE LA CRUZ (2015), los resultados de su investigación fue un diseño de 6.8% de cemento asfáltico, con un % vacíos=2.6%, vacíos de agregado mineral VMA=17.5%, flujo=3.7mm, estabilidad=972kgf y una relación estabilidad/flujo=2655 kgf/cm. De ambas investigaciones se evidencia que cumplen la normativa del MTC 2013.

Los resultados arrojaron una estabilidad marshall con respecto a esta investigación, un porcentaje óptimo de C.A. de 5.5% con una adición de 5% de fibra de acero, obteniendo resultados mucho más favorables economizando un 6.28% para cada m³ de diseño; según la investigación de RAMIREZ y TANANTA (2018), con su propuesta de adicionar a la mezcla gránulos de plástico, dando un resultado de 105 kgf más que la convencional, con un porcentaje óptimo del 30%, obteniendo los autores un total de 25.6% economizado; de acuerdo a los costos de cada diseño la propuesta de la presente investigación es directamente alto, pero se aporta más estabilidad al diseño de mezcla.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Para las características físicas y químicas de los agregados y la fibra de acero, se ha realizado varios ensayos de laboratorio, llegándose a comprobar que los agregados seleccionados cumplen de manera satisfactoria lo que exige la norma técnica, así mismo la fibra de acero tiene propiedades físicas que aportan resistencia al diseño de mezclas.
- 5.2. Al realizar el diseño MAC-2, el diseño convencional la estabilidad marshall fue de 1192 kgf, y al incorporar la fibra de acero al diseño de mezclas al 5%, se tuvo una estabilidad de 1199 kgf, al 10% una estabilidad de 1259 kgf y al 12% de fibra de acero la estabilidad marshall resultó 1257 kgf.
- 5.3. Al obtener los resultados de los ensayos marshall por el diseño MAC – 2, se llegó a la conclusión de que el diseño óptimo de la mezcla asfáltica es con una incorporación de 5% de fibra de acero, la fibra de acero utilizada fue el *sika fiber cho 65/36 NB*, con un óptimo de cemento asfáltico de 5.5% y una relación E/F=3528 kgf/cm, esto tuvo un aumento de 121 kgf/cm con respecto al diseño convencional, equivalente a un 3.43% inferior.
- 5.4. Con respecto a los costos del diseño asfáltico con adición de fibra de acero se tuvo una variación de S/ 15.80 por cada m³ con respecto a la mezcla convencional, optimizando así los costos en un 6.28%.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Para realizar este tipo de investigación se recomienda adicionar la fibra de acero al diseño de mezcla asfáltica en caliente, ya que aporta beneficios en sus características físicas, pero siempre teniendo en cuenta que puede haber nuevas opciones de cómo utilizar la fibra de acero. En esta tesis se recomienda realizar todos los ensayos dados por la norma técnica y sus especificaciones, para que el diseño sea más fiable al momento de realizar los ensayos físicos y químicos, pues estos ensayos ayudan a que el diseño sea eficaz.
- 6.2. Es recomendable que la adición de fibra de acero sea estudiada en los diseños de mezclas en porcentajes menores al 5%, y así determinar cuales son los más favorables para el diseño óptimo que se desee llegar.
- 6.3. Se recomienda utilizar el porcentaje mínimo aceptable de fibra de acero *sika fiber cho 65/35 NB* al diseño de mezcla ya que, si al añadir en exceso dichas fibras sobresaldrán de la carpeta, pudiendo dañar a los neumáticos. Y así diseñar una mezcla óptima con un mínimo de fibra de acero, así obtener favorables beneficios.
- 6.4. Es recomendable hacer uso de la fibra de acero al diseño de mezcla, ya que ayuda a optimizar precios de materiales que influyen en el diseño de mezcla mac-2 a un bajo costo, además de aportar considerablemente a la estabilidad de la mezcla asfáltica.

REFERENCIAS

- Asphalt technology an construction practices (Artículo científico). Recuperado del Instituto del asfalto de los Estados Unidos de Norteamérica (https://www.scribd.com/document_downloads/direct/233370511?extension=pdf&ft=1574449688&t=1574453298&user_id=214229055&uahk=f_ZqUjVUnbDLW-q1ALYRboe4goo)
- AYALA, Alberto. (2006). *Estudio del comportamiento de mezclas densas en caliente tipo 1 (MDC – 1) empleando asfaltos modificados con poliestireno de desecho*. Universidad Católica de Chile.
- BLANCO, Farid y MONTAÑEZ, Juan (2016). *Análisis del comportamiento físico – en mezclas asfálticas mdc-19 modificado con sodio y glucosa*. Tesis (pregrado).
- DE LA CRUZ, Paulino y PORRAS, Mario. (2015). *Evaluación de desempeño de mezclas asfálticas en caliente diseñadas por la metodología Marshall con el ensayo de la rueda cargada de Hamburgo par el proyecto de rehabilitación de la carretera DV Imperial – Pampas*. Universidad Ricardo Palma. Lima.
- DORIA, Zulema y DE LA CRUZ, Janeth. “Cálculo del índice de condición aplicado al pavimento flexible, en el Jr. Jorge Chávez en la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín y propuesta de solución” (tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín. 2015.
- El cemento asfáltico, usos, y obtención. Recuperado de (<http://elcementoasfaltico.blogspot.com/2013/11/el-cemento-asfaltico-usos-y-obtencion.html>)
- GALLEGO-MEDINA, Dina. *Mezclas bituminosas con betunes de alto contenido en caucho de neumáticos: una elección por las altas prestaciones*, Universidad Politécnica De Madrid, Madrid, 2003.
- JUGO B AUGUSTO, (2005), *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Caracas - Venezuela.
- LAYZA, Ricardo. *Comparación cuantitativa y cualitativa del pavimento flexible con el*

rígido en la carretera Cuñumbuqui – Estero, provincia de Lamas, región San Martín (tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto.

MACCAFERRI. “Las soluciones para la ingeniería estructural. Pavimentos reforzados con fibras de acero. Brasilia. 2015.

MATIENZO, R. (2012). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS: Materiales, Diseño y Conservación (2da. ed.). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.

MIRANDA, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. (tesis de pregrado) Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile 2010. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

MONTEJO FONSECA, Alfonso. (2006). Ingeniería de pavimentos, Colombia, Editorial Panamericana Formas e Impresos.

PINEDA, Katia. "Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región Puno" (Tesis de pregrado) Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Puno. Recuperado de: <http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/426/P31-003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REYES, Oscar; CAMACHO, Javier; LONDOÑO, Angie. Caracterización mecánica de mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo. Revista Científica General José María Córdova [en línea]. 2013, 11 (12), 215-232. ISSN: 1900-6586. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476248925011>

SALAMANCA, María y ZULUAGA, Santiago. Diseño de la Estructura de pavimento flexible por medio de métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la Vía La Ye – Santa Lucía, Barranca, Lebrija, departamento del César. (Tesis de pregrado) Universidad Javeriana de Bogotá. Recuperado de: file:///D:/DISCO%20C/Downloads/Dise%C3%B1o-estructura-pavimento-flexible-Aashto-Invias-Insituto-Asfalto-Barranca_Lebrija.pdf

TORRES ESPINOZA, Milton Rodrigo, (2010), Pavimentos de carreteras, Quito - Ecuador.

ULLOA, Andrea (2011) Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. España. Asociación Técnica de Carreteras, SEOPAN y Asociación Española de la Carretera. España.

VICAR ROMERO, Germán. “Diseño y construcción de pavimentos. Colección del Ingeniero Civil. 2001

ANEXOS

ANEXO 1:MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de investigación: “DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MEDIANTE EL ENSAYO MARSHALL ADICIONANDO FIBRA DE ACERO EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS – 2019”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e Instrumentos
<p>Problema General</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Con la adición de fibra de acero nos permitirá mejorar la resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente? <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué características físicas y químicas contienen los agregados y la fibra de acero? • ¿De qué manera influye en el diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional incorporando la fibra de acero al 5%, 10% y 12%? • ¿Cuál es el diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de la fibra de acero? • ¿Cuál es el resultado de la validación de la hipótesis usando el programa IBM SPSS? • ¿Cuáles son los costos de utilización para un metro cúbico de mezcla asfáltica en caliente convencional y el diseño de mezcla añadiendo fibra de acero? 	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar una mezcla asfáltica en caliente con la inclusión de la fibra de acero, de esa manera mejorar la resistencia a las deformaciones <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener las características físicas y químicas de los agregados y de la fibra de acero para el diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando fibra de acero • Diseñar una mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibra de acero al 5%, 10% y 12% • Obtener el diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de fibra de acero • Obtener la validación de la hipótesis utilizando el programa IBM SPSS • Obtener los costos de utilización de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de fibra de acero 	<p>Hipótesis General</p> <ul style="list-style-type: none"> • La inclusión de la fibra de acero nos permitirá mejorar la resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las características físicas y químicas de los agregados y de la fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando fibra de acero mejorarán las propiedades de resistencia a la deformación • Con la adición de la fibra de acero al 5%, 10% y 12% se tendrá una influencia positiva en el diseño de mezclas en caliente • Se obtendrá un diseño óptimo de mezclas asfálticas en caliente con la incorporación de fibra de acero • Con el programa IBM SPSS, se determinará una validación estadística aceptable al diseño óptimo • Con la incorporación de fibra de acero se disminuirán los costos por m³ en la elaboración de una mezcla asfáltica en caliente 	<p>Técnicas</p> <p>Realización de ensayos hechos en laboratorio: Ensayos de clasificación y de las propiedades físicas de los agregados Ensayos de las propiedades físicas y químicas de los agregados y la fibra de acero</p> <p>Instrumentos</p> <p>Ficha de recopilación de datos extraídos del laboratorio Uso de programas de hojas de cálculo (Excel)</p>

Diseño de investigación					Población y Muestra		Variables y Dimensiones								
Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación Experimental correlacional					Población Para la presente tesis la población estará dada por la totalidad de las unidades de análisis de la mezcla asfáltica en caliente como parte de la investigación Muestra La unidad muestral será de 36 ensayos marshall la cual constituye cada tipo de dosificación de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibra de acero a ser utilizados, y 12 ensayos marshall de mezcla asfáltica en caliente convencional, haciendo un total de 48 ensayos a realizar		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VI: Diseño de mezcla en caliente con adición de fibra de acero</td> <td>Estudios de laboratorio</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">VD: Ensayo Marshall</td> <td>Ensayos del método Marshall</td> </tr> <tr> <td>Vialidad económica</td> </tr> </tbody> </table>		Variables	Dimensiones	VI: Diseño de mezcla en caliente con adición de fibra de acero	Estudios de laboratorio	VD: Ensayo Marshall	Ensayos del método Marshall	Vialidad económica
Variables	Dimensiones														
VI: Diseño de mezcla en caliente con adición de fibra de acero	Estudios de laboratorio														
VD: Ensayo Marshall	Ensayos del método Marshall														
	Vialidad económica														
GE(1)	X1 (MAC, con 5% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero.)	X1 (MAC, con 5.5% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero.)	X1 (MAC, con 6% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero.)	X1 (MAC, con 6.5% de PEN 60/70 al 5% de fibra de acero.)	3	3									
GE(2)	X2 (MAC, con 5% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero.)	X2 (MAC, con 5.5% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero.)	X2 (MAC, con 6% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero.)	X2 (MAC, con 6.5% de PEN 60/70 al 10% de fibra de acero.)	3	3									
GE(3)	X3 (MAC, con 5% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero.)	X3 (MAC, con 5.5% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero.)	X3 (MAC, con 6% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero.)	X3 (MAC, con 6.5% de PEN 60/70 al 12% de fibra de acero.)	3	3									
GC	X0 (MAC, con 5% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero.)	X0 (MAC, con 5.5% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero.)	X0 (MAC, con 6% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero.)	X0 (MAC, con 6.5% de PEN 60/70 al 0% de fibra de acero.)	3	3									

ANEXO 2: TABLAS COMPLEMENTARIAS

ANEXO 2.1. REQUERIMIENTOS DE LOS AGREGADOS

Tabla 20. Requerimientos para el agregado grueso

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO
Durabilidad (sulfatos de magnesio)	MTC E 209	18% MÁX
Abrasión de los Ángeles	MTC E 207	40% MÁX
Absorción	MTC E 206	1.0% MÁX
Partículas Chatas y Alargadas	ASTM 4791	10% MÁX
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% MÁX
Una cara fracturada	MTC E 210	85% MÁX
Dos caras fracturadas	MTC E 210	50% MÁX
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% MÁX
Adherencia	MTC E 517	+95

FUENTE: MTC, 2013.

Tabla 21. Requerimiento para el agregado fino

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO
Durabilidad (sulfatos de magnesio)	MTC E 209	60% MÍN
Equivalente de Arena	MTC E 114	40% MÍN
Angularidad del Agregado Fino	MTC E 222	-
Adherencia (Riedel Weber)	MTC E 220	4% MÍN
Índice de Plasticidad (Malla N° 40)	MTC E 111	NP
Índice de Plasticidad (Malla N° 200)	MTC E 112	35% MÍN
Índice de Durabilidad	MTC E 214	MÁX 25%(LL) MÁX 4%(LP)
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% MÁX
Absorción	MTC E 205	0.5% MÁX

FUENTE: MTC, 2013.

ANEXO 2.2. ESPECIFICACIONES PARA COMBINACIONES DE LOS AGREGADOS

Tabla 22. Especificaciones para las combinaciones de agregados – análisis granulométrico

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25.0 mm (1")	100	-	-
19.0 mm (3/4")	80 – 100	100	-
12.5 mm (1/2")	67 – 85	80 – 100	-
9.5 mm (3/8")	60 – 77	70 – 88	100
4.75 mm (N° 4)	43 – 54	51 – 68	65 – 87
2.0 mm (N° 10)	29 – 45	38 – 52	43 – 61
0.425 mm (N° 40)	14 – 25	17 – 28	16 – 29
0.180 mm (N° 80)	8 – 17	8 – 17	9 – 19
0.075 mm (N° 200)	4 – 8	4 – 8	5 – 10

FUENTE: MTC, 2013

ANEXO 2.3. TIPOS DE CEMENTO ASFÁLTICOS

Tabla 23: Tipo de cemento asfáltico, clasificado según su Penetración.

TEMPERATURA MEDIA ANUAL			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	MENOS DE 5°C
40 – 50		85 – 100	ASFALTO MODIFICADO
60 – 70			
MODERADO	60 – 70	120 – 150	

FUENTE: MTC, 2013.

ANEXO 2.4. ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO ASFÁLTICOS

Tabla 24. Especificaciones del C.A. clasificado por penetración

CARACTERÍSTICAS	ENSAYOS	GRADO DE PENETRACIÓN							
		40 - 50		60 - 70		85 - 100		120 - 150	
		MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
Penetración 25°C, 100,5s,0.1mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	10	120	150
Punto de inflamación COC, C°	MTC E 312	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductibilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en tricloroetileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Pérdida de masa		-	0.8	-	0.8	-	1	-	1.5
Penetración del residuo, % de la penetración original	MTC E 304	55	-	52	-	47	-	42	-
Ductibilidad del residuo, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de susceptibilidad térmica		-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de la mancha con solvente heptano - xileno 20% (opcional)	MTC E 302	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

FUENTE: MTC, 2013.

Tabla 25. Especificaciones de C.A. clasificado por viscosidad

CARACTERÍSTICAS	ENSAYOS	GRADO DE VISCOSIDAD			
		AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad absoluta 60°C, pa, s(poises)	MTC E 308	50 500	100 1000	200 2000	400 4000
Viscosidad cinemática 135°C mm	MTC E 301	100	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr 5s mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto de inflamación COC, °C	MTC E 303	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad terminal, ensayo de película delgada en horno	MTC E 316	-	-	-	-
Viscosidad absoluta 60°C, pa, s(poises) máximo	MTC E 304	200 -2000	400 -4000	800 -8000	1600 -16000
Ductibilidad, 25°C, 5cm/min, mínimo		-	-	-	-
Ensayo de la mancha con solvente heptano - xileno	MTC E 314	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

FUENTE: MTC, 2013.

ANEXO 2.5. ENSAYOS ESPECÍFICOS DEL MÉTODO MARSHALL

Tabla 26. Ensayos específicos para el método marshall

PARÁMETRO DEL DISEÑO	MEZCLA
Marshall (MTC E 504)	8KN (815 kg)
1. Estabilidad (mín)	8 – 14
2. Flujo mm	3 – 5
3. Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	MÍN 14
4. Vacíos en el agregado mineral	MÍN 14
5. Compactación, núm. de golpes en cada capa del testigo	75
6. Resistencia a la compresión Mpa mín	2.1
7. Resistencia retenida % (mín)	75
8. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (ASTM - D 4867)	MÍN 80
9. Relación Polvo – Asfalto	0.6 - 1.3
10. Relación Estabilidad/flujo	1700 - 4000

ANEXO 3: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS



Consultores T&F Amazónicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALGUTILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Car. Las Palmeras N° 433 - Barrios de Obrajillo - Call. 942932916 - 944818717 - 071444716
 942932916 - 944818717 - 071444716
 Email: consultoresamazonicos@s.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

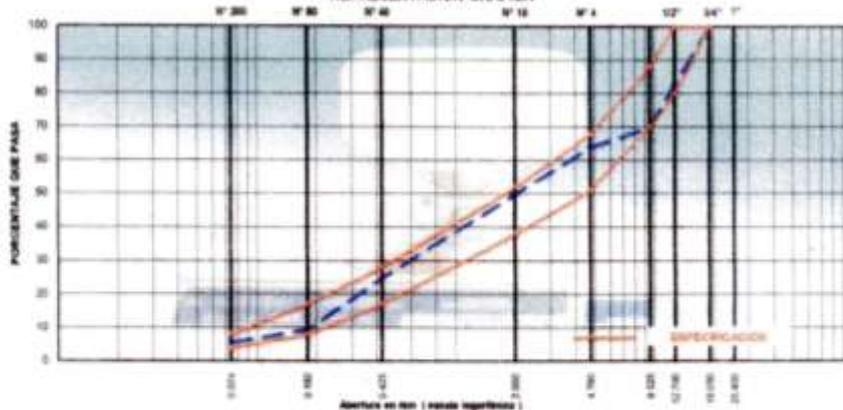
MTC 8.80 - ASTM D-421 - AENOR 7.36

TÍTULO	Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo Marshall seleccionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019	HECHO POR	P.M.L.V
TESTISTA	PIERO MARTIN IBARRO VIGO	FECHA	20/10/2019
CAJONERA	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA		
COMPOSICION	Gravilla Chancada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/4" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 5%		
UBICACION	YURIMAGUAS		

COMBINACION DE MATERIAL

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO referido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 3	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			retenido	acumulada	que pasa		
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						PESO INICIAL 2188.0 gr
3/4"	19.050					100	Peso de fracción 600 gr
1/2"	12.500	540.4	17.1	17.1	82.9	90 - 100	Humedad Natural 2.8
3/8"	9.525	404.9	12.8	30.0	70.04	70 - 80	
N° 4	4.750	191.4	8.1	38.0	61.9	81 - 88	Grav Chancada 36.0 %
N° 10	2.000	121.7	4.0	60.1	49.9	88 - 92	Arena Chancada 41.0 %
N° 40	0.425	234.4	25.0	75.1	24.9	17 - 38	Arena Natural 18.0 %
N° 80	0.180	145.3	15.5	90.6	9.4	8 - 17	Fibra de Acero 5.0 %
N° 200	0.075	37.9	4.0	94.6	5.4	4 - 8	OBSERVACION: El material del no suministrado debe ser caracterizado por la tabla 2.8 - 100%
N° 200	-	97.1	5.4	100.0			

REPRESENTACION GRAFICA



Jorge Abel Barrera Navarro
Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217306



Piero Martín Ibarro Vigo
CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
 GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.S.

ESPECIALIDAD EN MUESTRAS DE HUELON, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

J. Las Palmas N° 423 - Barrio de Chibuto, Cel: 942932814 - 944917117 - 9479442198
DPM: 942932814 - 944917117 - 9479442198
Email: consultorasamazonicas.s.a.s@outlook.com

LIMITES DE ATTERBERG

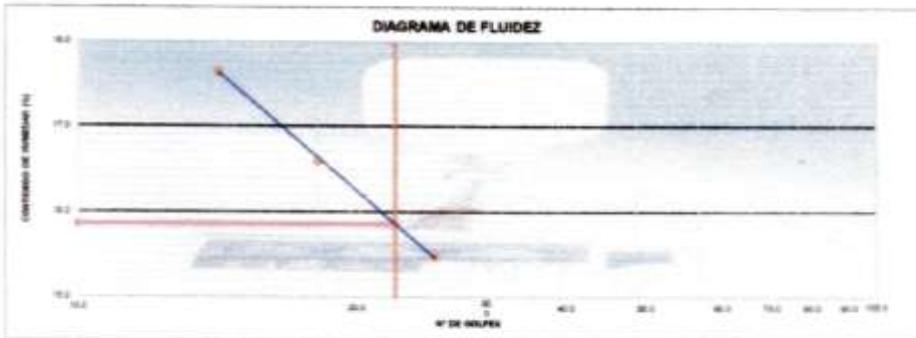
MTC E 118 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASTO T-99 Y T-98

TEMA :	"Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO :	P.M.J.V
TECNISTA :	PIERO MARTIN BERICO VIGO	FECHA :	28/02/2019
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBASA	PASANTE :	La Mota N° 48
COMPOSICION :	Gravilla Chancada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/4" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbaza + Weta de Arena 8%		
UBICACION :	YURIMAGUAS		

N° TARRO	LL		
	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.52	33.68	36.68
TARRO + SUELO SECO	26.86	30.38	33.20
AGUA	2.53	3.27	3.48
PESO DEL TARRO	12.65	10.68	13.68
PESO DEL SUELO SECO	16.34	19.70	19.88
% DE HUMEDAD	15.48	16.60	17.68
N° DE GOLPES	28	20	15

N° TARRO	LP		
	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

NP



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	15.86
LIMITE PLASTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

[Signature]
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 21736



[Signature]
67
C. GARCIA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 10000



Consultores TAF Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. 1 de Febrero N° 453 - Barrio de Zhilobani - Cui 942922214 - 944918717 - 971944138
 942922214 - 944918717 - 971944138
 E-mail: consultoras@tafamazon.com

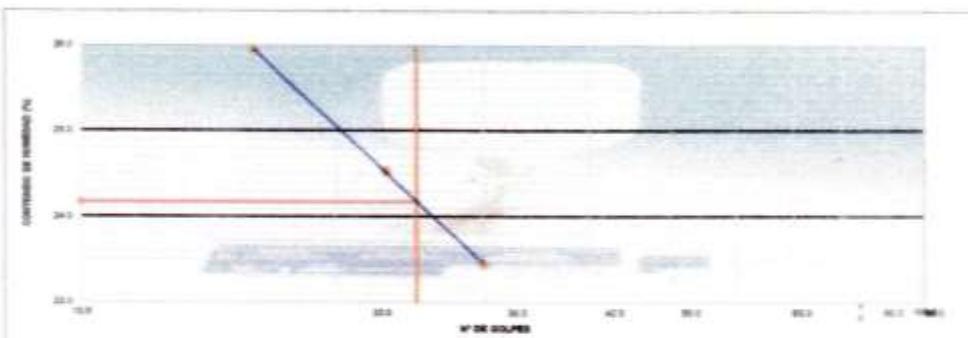
LIMITES DE ATTERBERG

NTC 8 112 Y 8 111 - ASTM D 4318 - ABRITO T-88 Y T-90

TEMA :	"Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2018"	HECHO POR :	P.M.I.V
TERCETA :	PIERO MARTIN IBERCO YNGO	FECHA :	20/02/2018
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBASA	FABRANTE: La India N° 205	
COMPOSICION :	Gravilla Chancada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 2 1/2" 41% Rio huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbasa + Viruta de Asfalto 5.5%		
UBICACION :	YURIMAGUAS		

LL				
N° TARRO	4	8	9	
TARRO + SUELO HÚMEDO	33.88	38.89	32.89	
TARRO + SUELO SECO	31.99	34.18	29.98	
AGUA	3.89	4.47	3.27	
PESO DEL TARRO	18.25	18.96	18.88	
PESO DEL SUELO SECO	18.74	18.22	12.80	
N. DE HUMEDAD	23.44	24.57	25.97	
N° DE GOLPES	30	25	18	

LP				
N° TARRO	8	11		
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.83	23.90		
TARRO + SUELO SECO	24.08	23.00		
AGUA	1.58	0.90		
PESO DEL TARRO	18.58	18.80		
PESO DEL SUELO SECO	7.47	4.35		
N. DE HUMEDAD	21.18	21.84		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.18
LIMITE PLASTICO	21.80
INDICE DE PLASTICIDAD	2.88

OBSERVACIONES

[Signature]
Bettyra Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217208



[Signature]
 CONSULTORES TAF AMAZONICOS S.A.C.
 GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.O.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

N° Los Palmares N° 423 - Avenida de Amazonas - Call: 940262214 - 940210717 - 971946136
94026222214 - 940431617 - 94071661736
Email: amazonicos@amazonicos.com o info@amazonicos.com

ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS DE LOS AGREGADOS (NORMA MTC E - 210)

TESIS : Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2018 TESISTA : PIERO MARTIN IBERICO VIGO CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO DOSEIFICACION : Gravello Chacado 1/2" 38%, Rio Huallaga + Arena Chacada 3/4" 41%, Rio Huallaga + Arena Natural 18%, Rio Cuzimasa + Viruta de Acero 3% UBICACION : YURIMAGUAS	HECHO POR : P.M.I.V FECHA : 2018/02/09
---	---

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMANO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PARA TAMO	RETENIDO EN TAMO	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas (MTC/100)	Porcentaje gradacion original (%)	Porcentaje de caras fracturadas
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	540.4	540.2	99.96	17.1	1712.2
1/2"	3/8"	404.8	400.4	99.2	12.9	1289.1
TOTAL		945.2			29.96	2991.3
						Porcentaje % = 99.9

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMANO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PARA TAMO	RETENIDO EN TAMO	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas (MTC/100)	Porcentaje gradacion original (%)	Porcentaje de caras fracturadas
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	540.4	514.4	95.2	17.1	1630.4
1/2"	3/8"	404.8	392.5	97.0	12.9	1245.0
TOTAL		945.2			29.96	2875.4
						Porcentaje % = 96.0

C.- CHATAS Y ALARBADAS

TAMANO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PARA TAMO	RETENIDO EN TAMO	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas (MTC/100)	Porcentaje gradacion original (%)	Porcentaje de caras fracturadas
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	540.4	11.0	2.0	17.1	34.9
1/2"	3/8"	404.8	19.6	4.8	12.9	62.1
TOTAL		945.2			29.96	97.0
						Porcentaje % = 3.2


 Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217306




 CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.O.
 GERENTE



Consultores T&F Amazónicos S.A.C.

ESTUDIOS DE RUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

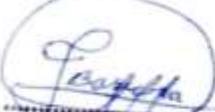
Av. Los Patricios N° 623 - Barrio de San Juan - Cel: 942922914 - 942922915 - 971966734
EPM: 942922914 - Email: T&F@amazonicos.com
Email: amazonicos@amazonicos.com

EQUIVALENTE DE ARENA

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

TESIS	: "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR: F.M.L.V
TENISTA	: FIBRO MARTIN IBENCO VIGO	FECHA : 09/09/2019
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBASA	
DOSIFICACION	: Gravel Chancado 1/2" 80% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbasa + Viruta de Acero 6%	
UBICACION	: YURIMAGUAS	

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN		
	1	2	3
Hora de entrada a saturación	11:31	11:33	11:35
Hora de salida de saturación (más 10')	11:41	11:43	11:45
Hora de entrada a decantación	11:43	11:45	11:47
Hora de salida de decantación (más 20')	12:03	12:05	12:07
Altura máxima de material fino	cm 126.00	123.00	125.00
Altura máxima de la arena	cm 95.00	94.00	92.00
Equivalente de arena	% 75	76	74
Equivalente de arena promedio	% 75.14		
Resultado equivalente de arena	% 76		


Barrena Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 O.P.N° 217306




 CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
 Gerente



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Car. Los Pájaros N° 433 - Ciudad de Iquitos - Tel: 0541222214 - Fax: 0541222217 - 0541222218
DPIA: 0942222234 - RUC: 201717171717171717
E-mail: info@consultorsoftf.com.pe | www.consultorsoftf.com.pe

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
TEXO	Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019
TESISTA	PIERO MARTIN BERCO VIGO
CANTERA	RIO HULLAGA + RIO CUMBASA
DOBIFICACION	Gravilla Chancada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 10% Rio Cumbasa + Viruta de Acero 3%
UBICACION	YURIMAGUAS

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (g)	214.3	475.1	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (g)	321.2	297.4	
C	Volumen de masa + volumen de agua = A-B (cm ³)	183.2	180.7	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (g)	91.9	474.9	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	89.9	177.4	
	Peso bulk (Base seca) = D/C	2.843	2.628	2.821
	Peso bulk (Base saturada) = A/C	2.991	2.648	2.951
	Peso aparente (Base seca) = D/B	2.895	2.676	2.951
	% de absorción = ((A - D) / D) * 100	0.585	0.685	0.685%

AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (g)	209.0	205.0	
B	Peso fresco + agua (g)	196.3	196.9	
C	Peso fresco + agua + A (g)	395.3	396.9	
D	Peso del material + agua en el fresco (g)	394.3	395.0	
E	Volumen de masa + volumen de agua = C-D (cm ³)	113.2	113.8	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (g)	289.3	289.4	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	111.9	113.8	
	Peso bulk (Base seca) = F/E	2.959	2.938	2.951
	Peso bulk (Base saturada) = A/E	2.874	2.841	2.957
	Peso aparente (Base seca) = F/D	2.984	2.950	2.957
	% de absorción = ((A - F) / F) * 100	0.224	0.200	0.225%

[Firma]
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217268



[Firma]
ECONOMISTA EN INGENIERIA
CIP N° 217268
GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Las Palmeras N° 422 - Barrio de Zumbayo - Cui. 942552814 - 944918717 - 971948138
DIFAM 9542522814 - 9548912717 - 9571948138
Email: consultoresamazonicos@netnet.com

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC 8.207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESIS	: "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimagua - 2019"	HECHO POR	: P.M.L.V
TESISTA	: PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA	: 20/10/2019
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO GUMBASA		
DOSIFICACION	: Gravelle Chancada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41% Rio huallaga + Arena Natural 18% Rio Gumbasa + Viruta de Acero 5 %		
UBICACION	: YURIMAGUAS		

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1250.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0	2500.0		
1/2" - 3/8"	1250.0	2500.0		
3/8" - 1/4"			2500.0	
1/4" - N° 4			2500.0	
N° 4 - N° 8				5000.0
Peso Total	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0
(%) Retenido en la malla N° 12		4010.0	4402.2	4402.2
(%) Que pasa en la malla N° 12	5000.0	990.0	597.8	597.8
N° de esferas	12	11	8	8
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15
% Desgaste	100.0%	19.8%	12.0%	12.0%

OBSERVACIONES :

Gerson Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217305



GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASPALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Los Pájaros N° 433 - Banda de Shilayo - Cel. 942932814 - 944019717 - 971946130
DPIA. 9942932814 - 9944019717 - 971946130
Email: info@consultoresyfirmas.com s.a.c.@hotmail.com

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

MTC 219 - 2006

TESIS	: "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR: P.M.L.V
TESISTA	: PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA : 20/10/2019
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
COMPOSICION	: Gravilla Chancada 1/2" 30%, Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41%, Rio huallaga + Arena Natural 15% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 5%	
UBICACION	: YURIMAGUAS	

MUESTRA :	IDENTIFICACION			Promedio
	1	2	3	
ENSAYO N°				
(1) Peso muestra (gr)	545.00	550.00	545.00	
(2) Volumen agua (ml)	320.00	300.00	300.00	
(3) Volumen alcohola (ml)	50.00	50.00	50.00	
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.021	0.020	0.020	
(5) Porcentaje de sales (%) $(100) \frac{(3) \times (4) \times (2)}{(1)}$	0.039	0.036	0.035	0.037%



Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217365


Consultores T&F Amazonicos S.A.C.
 Gerente





Consultores T&F Amazónicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Las Palmas N° 432 - Barrio de Chiriquí - C.A. 06202014 - 064510117 - 071000120
 P.O. Box 2022014 - 06202014 - 064510117 - 071000120
 Email: info@tandfamazonicos.com

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

MTS 8.30 - ASTM C 81 - ASBITO T-104

TEMA	"Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR	P.M.V.
TESISTA	PIERO MARTIN GONZALEZ VIGO	FECHA	20/06/2019
CANTERA	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA		
DOSIFICACION	Gravilla Chancado 1/2" 30% Rio Huallaga + Arena Chancado 3/8" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 10% Rio Cumbaza + Vidrio de Acero 5%		
UBICACION	YURIMAGUAS		

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AG										
TAMANO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Peso	Retiene						Peso (gr)	%		
3/4"	1/2"	51.8	670±10	665	-	652.0	13.0	2.0	1.01	-
1/2"	3/8"	25.7	330±5	330	-	288.0	42.0	12.7	3.27	-
3/8"	N° 4	22.8	300±5	290	-	278.0	18.0	5.2	1.17	-
TOTALES		100.0		1295.0		1218.0			8.48	

AF										
TAMANO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Peso	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	N° 4	16.7	100	100	-	96.8	3.2	3.2	0.5	-
N° 4	N° 8	16.7	100	100	-	94.2	5.8	5.8	1.0	-
N° 8	N° 16	16.7	100	100	-	92.0	8.0	8.0	1.3	-
N° 16	N° 30	16.7	100	100	-	91.2	8.8	8.8	1.5	-
N° 30	N° 60	16.7	100	100	-	91.8	8.2	8.2	1.4	-
N° 60	N° 100	16.7	100	100	-	90.8	9.2	9.2	1.5	-
+ N° 100										
TOTALES				600.0		586.8			7.20	

OBSERVACION

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CON SULFATO DE MAGNESIO ESTA DENTRO DE LOS PARAMETROS DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.


 Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217305




 CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO
 YURIMAGUAS

ANEXO 4: PROPIEDADES DEL CONCRETO ASFÁLTICO (C.A.)



Consultores TAF Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

J. Las Palmas N° 433 - Cercas de Shalayo - Cui. 242902914 - 944197117 - 977044130
RUIZ 4942923214 - 9944018717 - 9971044130
E-mail: consultoras@tafamazonico.com

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-408, ASTM D-2941, AASHTO T-209

TEMA	Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurmaguas - 2019	HECHO POR: P.MLV
TESISTA	PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA: 2019/03/18
CANTERA	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION	Gravilla Chancada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 6%	
UBICACION	YURMAGUAS	

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE - MAC-02

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	4.30	5.00	5.50	6.00	6.50	6.90
Peso del material	g	1500.00	1500.00	1500.00	1500.00	1500.00	1500.00
Peso del agua + Traseo Rice	g	1413.90	1413.90	1413.90	1413.90	1413.90	1413.90
Peso del material + traseo + agua (en aire)	g	2913.90	2913.90	2913.90	2913.90	2913.90	2913.90
Peso del material + traseo + agua (en agua)	g	2308.30	2303.50	2298.80	2294.30	2289.50	2284.80
Volumen del material	cc	904.60	810.40	815.30	818.80	824.40	815.10
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.481	2.487	2.438	2.421	2.402	2.438
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Gravilla Chancada Huallaga	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Arena Chancada	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Arena Natural	%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Aditivo mejorador de adherencia Rice 2	%	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							


Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217308




 GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

P. Las Palmeras N° 433 - Barrio de Shikayo - Cel: 942932814 - 94479717 - 971946138
RPM: 9942932814 - 9944019717 - 971946138
Email: consultoresyt&famazonicos.s.a.c@outlook.com

TESIS	"Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR: P.M.I.V
TESISTA	PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA: 20190914
CANTERA	RIO HUALLAGA + RIO UMBAZA	
DOSIFICACION	Gravilla Charcoada 10" 34% Rio Huallaga + Arena Charcoada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 15% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 5.5%	
UBICACION	YURIMAGUAS	

ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC-2-05

ESTABILIDAD RETENIDA

BRQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Ordres	N°	75	75	75		75	75	75	
Cemento asfáltico	%	5.70	5.70	5.70		5.70	5.70	5.70	
Peso de la briqueta al aire	gr	1204.8	1210.0	1210.1		1190.0	1190.5	1198.0	
Peso de la briqueta + parafina al aire	gr	1206.4	1210.6	1210.6		1185.5	1188.0	1205.5	
Peso de la briqueta + parafina en agua	gr	878.8	888.4	888.9		895.0	701.2	701.0	
Volumen de la briqueta	cc	527.5	522.2	520.7		488.6	486.8	507.5	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	527.5	522.2	520.7		488.6	486.8	507.5	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.284	2.317	2.324		2.410	2.396	2.361	
Flujo	mm	3.50	3.75	3.25	3.8	3.70	3.80	3.80	3.8
Estabilidad sin correje	kg	1181	1028.4	1145		1058	1003	1085	
Factor de correccion		1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
Estabilidad corregida	kg	1181	1028	1145	1121	1058	1003	1085	1041
ESTABILIDAD CORREGIDA	%								82.8

ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD

BRQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO	1a	2a	3a	PROMEDIO
Ordres	N°	50	50	50		5	5	5	
Cemento Asfáltico	%	5.70	5.70	5.70		5.70	5.70	5.70	
Peso de la briqueta al aire	gr	1213.8	1218.0	1218.2		1200.0	1204.5	1198.1	
Peso de la briqueta + parafina al aire	gr	1217.3	1221.2	1222.8		1208.3	1218.8	1200.0	
Peso de la briqueta + parafina en agua	gr	885.2	887.7	889.4		886.6	882.0	885.3	
Volumen de la briqueta + parafina	cc	522.1	523.8	523.1		551.7	554.6	544.7	
Peso de la parafina	gr								
Volumen de la parafina	cc								
Volumen de la briqueta	cc	522.1	523.8	523.1		551.7	554.6	544.7	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.325	2.325	2.325	2.327	2.175	2.172	2.186	2.181
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	%								6.8

Benere Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217385



COMITÉ DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
YURIMAGUAS
09/09/2019



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

J. Los Palmares N° 433 - Barrio de Shiguayo - Cel. 942932814 - 944819717 - 971948138
RPM: 9942932814 - 9944819717 - 9971948138
Email: consultoresytanfamazonicos@gmail.com

ANGULARIDAD DE LA ARENA MTC E 222

TEMA : "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019" **HECHO POR** : P.M.L.V

TESISTA : PERO MARTIN IBERICO VIGO **FECHA** : 26/10/2018

CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA

DOSIFICACION : Gravelle Chocada 1/2" 36% Rio Huallaga + Arena Chocada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 19% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 3%

UBICACION : YURIMAGUAS

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO SECO (Gm)	2.618	2.618	2.618	
VOLUMEN DEL MOLDE (V)	921	921	921	
PESO DEL MATERIAL EN EL MOLDE (W)	1420	1460	1410	
ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO %	58.9	58.9	58.9	58.9


 Barbra Navarro-Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CP N° 217305




 CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
 YURIMAGUAS - TACNA
 OFICINA



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Las Palmeras N° 422 - Barrio de Shitobulo - Cel. 942932814 - 942932717 - 971944136
PPVA: 8542932814 - 8542932717 - 9671344136
Email: consultoresamazonicos@s.a.c@gmail.com

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN NORMA MTC E - 517

TEMA : "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019" TESTISTA : PIERO MARTIN MERCO VIGO DOMICILIO : Gravela Chamado 102' 36% Rio Huallaga + Arena Chamado 316' 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Guabaca + Viruta de Acero 5% UBICACIÓN : YURIMAGUAS	HECHO POR : P.M.V. FECHA : 2019/09/10
---	--

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.002 grs. / cc

MUESTRA STRIPPS	I	II	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	96%	96%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	97%	97%	97%

OBSERVACIONES : Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 97 %


Barrena Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217306



 GERENTE





Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

J. La Pampa N° 433 - Barrio de Amaluza - Call. 94632814 - 94610717 - 971946138
RPM: 954232218 - 954412717 - 9571345138
E-mail: consultor@amazonicos.com

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO FINO - BITUMEN RIEDEL WEBER NORMA MTC E - 230

TEMA : "Diseño de carpeta estable en calles mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR : P.M.L.V
TESISTA : PIERO MARTIN BERICO VIGO	FECHA : 20/03/19
DOSIFICACION : Gravello Chancado 10" 30%, Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41%, Rio Huallaga + Arena Natural 19% Rio Combaza + Vereta de Acero 8%	
UBICACION : YURIMAGUAS	

MUESTRA	BITUMEN	ADITIVO BORLAY 2200	PROMEDIO	ESP. TECNICAS
Combinacion de Diseño Retenido en Tamiz N° 80	60/70	0.5%	5%	4% Min
	60/70	0.5%	5%	4% Min

OBSERVACIONES : Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 97 %


Barrera Navarrete Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217306




GERENTE



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Los Palmares N° 432 - Barrio de Miraflores - Cel. 942932914 - 944919717 - 971946138
FONOS 0942932914 - 944919717 - 971946138
Email: consultoresamazonicos.s.a.c.@gmail.com

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

(NORMA MTC E 214)

TESIS	: "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2018"	HECHO POR: P.M.L.V
TESISTA	: PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA : 25/10/2018
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO UMI	
DOSIFICACION	: Gravelle Chancada 1/2" 24% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Gumbasa + Viruta de Acero 1%	
UBICACION	: YURIMAGUAS	

		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	PROMEDIO
Tamaño Máximo (pasa la malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		10:10	10:12	10:14	
Hora de salida de saturación (más 10')		10:20	10:22	10:24	
Hora de entrada a decantación		10:22	10:24	10:26	
Hora de salida de decantación (más 20')		10:42	10:44	10:46	
Altura máxima de material fino	mm	6.80	6.90	6.62	
Altura máxima de la arena	mm	4.65	4.68	4.70	
Equivalente de arena	%	68	66	65	68.3


 Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217306


 CONSULTORES AMAZONICOS S.A.C.
 GERENTE





Consultores TsF Amazonicos S.A.O.

INSTITUCION DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Lino Pacheco N° 433 - Barrio de San Carlos - Cuzco 040000014 - 044010011 - 071040100
RUC: 20420028112 - 954 46 437 17 - 957 1 600 1 20
E-mail: tsfamazonicos@tsfamazonicos.com - www.tsfamazonicos.com

INMERCION - COMPRESION (MTC E 518) ENSAYOS RESISTENCIA RETENIDA

TESIS	: Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshal adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR	: P.M.L.V
TESISTA	: PABLO MARTIN IBARRO VIGO	FECHA	: 20/09/2019
DOSIFIC.	: Gravelle Chancado 1/2" 38% Rio Huallaga + Arena Chancada 5/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 5.5%		
UBICACIÓN	: YURIMAGUAS		

MUESTRA	518			PROMEDIO
	1	2	3	
N° de golpes de marshal	75	75	75	
Peso de la briqueta al aire (gr)	1204.8	1213.8	1201.8	
Peso de la briqueta saturada superf. Secca (gr)	1208.4	1215.3	1203.3	
Peso por desplazamiento	878.9	700.0	880.9	
Volumen de la briqueta	527.5	515.3	512.4	
Peso unitario (gr/cc)	2.284	2.355	2.345	
Estabilidad sin corregir	1223	1287	1335	
Factor de estabilidad	0.96	1.00	1.00	
Rotura ensayo marshal (24 horas)	1174	1287	1335	
Rotura de ensayo marshal (30 minutos)	1223	1287	1335	
% Estabilidad retenida 24 horas 60 °C	96.0	100.0	100.0	98.7


 Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217305




 CONSULTORES TSF AMAZONICOS S.A.O.
 YURIMAGUAS
 CERCOTE



Consultores TAF Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Jr. Lina Palomares N° 430, Barrio de Shacayo - Cel: 942932814 - 944819717 - 971946130
RPSA: 9942932814 - 9944819717 - 9971946130
Email: informacion@tafamazonico.com

RESISTENCIA CONSERVADA (MTC E 521)

TESIS	: "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019"	HECHO POR	: P.M.I.V
TESISTA	: PIERO MARTIN BERCO VIGO	FECHA	: 20/10/2018
DOSIFIC.	: Gravilla Chancada 1/2" 26% No huelleja + Arena Chancada 3/16" 41% No huelleja + Arena Natural 16% No Cumbaza + Viruta de Acero 5.5%		
UBICACIÓN	: YURIMAGUAS		

RESISTENCIA CONSERVADA M.T.C. E 521 - AASHTO T 283

EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS

MUESTRA MEZCLA ASFALTICA MAC - 2	1	2	3	PROMEDIO
Peso agregado con recubrimiento bituminoso gra	300.0	300.0	300.0	
Volumen de agua c.c	500	500	500	
Temperatura ebullicion 10 min (95°C)	95.0	95.0	95.0	
Peso agregado con recubrimiento retenido gra	270.00	272.00	275.00	
Peso agregado sin recubrimiento bituminoso gra	30.00	28.00	25.00	
% Observado del Recubrimiento	90.0	90.7	91.7	90.8
REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS				MIN = 80%


 Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CP N° 217305




 P. M. I. V.
 19/10/2018

ANEXO 5: DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

**ANEXO 6: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA CONVENCIONAL
ÓPTIMO**



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

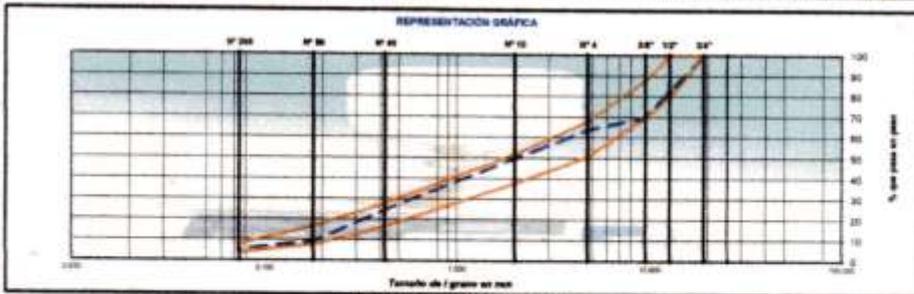
A. Los Palmares N° 433 - Barrios de Shimbayo - Call: 042952214 - 044010717 - 071988130
P.O.M. 0942922914 - 9044810717 - 0077040130
Email: www.tyfamazonicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA - MAC-2-01

TIPO :	"Diseño de carpeta asfáltica en calle mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimagua - 2019"	HECHO POR: P.M.L.V
TESISTA :	PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA: 2019/09/19
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
MUESTRA :	Gravilla chancada 10" 36% Rio Huallaga + Arena chancada 3/16" 42% Rio Huallaga +	
UNICACION :	Arena natural 20% Rio Cumbazo YURIMAGUA	

Diseño: C.A. 5.85 %

TAMIZ ASTM	ENSAYO								GRANULOMÉTRICO							
	3/4"	1 1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	#100	#40	#20	#10	#4	#2		
ABERTURA EN mm	19.000	37.500	9.500	4.750	2.000	0.850	0.425	0.075								
PESO ATRAVESADO	g	0	50.0	200.0	101.7	33.4	14.3	37.0	81.7							
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	17.1	32.0	41.1	44.0	45.0	43.0	5.4							
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	17.1	32.0	38.0	39.1	39.1	39.1	44.5							
PASA	%	100.0	82.9	68.0	58.9	56.0	55.0	56.0	54.6							
ESPECIFICACION	%	100	85 - 100	70 - 85	51 - 65	35 - 50	17 - 30	4 - 17	0 - 5							
ASFALTO LIQUIDO										FRACCIÓN	%	100.0				
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g	1100.0				



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1558	N°	I			II			PROMEDIO	ESPECIF.
		1	2	3	1	2	3		
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80		
2. AGREGADO GRUELO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	33.84	33.94	33.94	33.84	33.94	33.94		
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	60.20	60.20	60.20	60.20	60.20	60.20		
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%								
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.000	1.000	1.000					
6. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUELO - BULK		2.820	2.820	2.820					
7. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.852	2.852	2.852					
8. PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140					
9. PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1188.0	1201.3	1208.1					
10. PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1204.9	1211.8	1199.3					
11. PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	664.3	658.3	666.6					
12. VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10-11)	c.c.	340.0	355.3	328.7					
13. PESO DE LA PARAFINA (10-4)	g								
14. VOLUMEN DE PARAFINA (13/4) (WATER)	c.c.								
15. VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPACHAMIENTO (12-14)	c.c.	340.0	355.3	328.7					
16. PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIGUETA (8-15)	g/c.c.	3.211	3.169	3.281	3.210				
17. PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2041		3.423	3.423	3.423					
18. VACIOS (17-16)/100*17	%	8.8	10.7	8.9	8.4	5 - 9			
19. PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+9)		2.840	2.840	2.840					
20. V.M.A. 100-(2+3+4)/1918	%	21.3	23.8	18.8	21.8	Min. 14			
21. VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(30-18)/20	%	66.8	53.4	68.8	63.0				
22. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+9)		2.800	2.800	2.800					
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (19*(22-18)/32*18)	%	0.13	0.13	0.13					
24. CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO 1-(23+2+4+6+10)	%	5.66	5.66	5.66					
25. FLUIDO	mm	3.4	3.8	3.8	3.8	2 - 4			
26. ESTABILIDAD SIN CORRECTOR	%	1198	1188	1181					
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	1.00	1.00	1.00					
28. ESTABILIDAD CORRECTOR	%	1198	1188	1181	1182	Min. 810			
29. ESTABILIDAD FLUIDO	kg/cm	2819	3200	3483	3487	1700 - 4000			

Jorge Abel Barrera Navarro
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217308



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
Jorge Abel Barrera Navarro
GERENTE

**ANEXO 7: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA CON 5% DE FIBRA DE
ACERO**



Consultores Tef Amecnicos S.A.O.

INSTITUCION DE SERVICIOS DE INGENIERIA EN CONCRETO Y ASFALTO
ALABUEN EN METODOS DE LABORATORIO

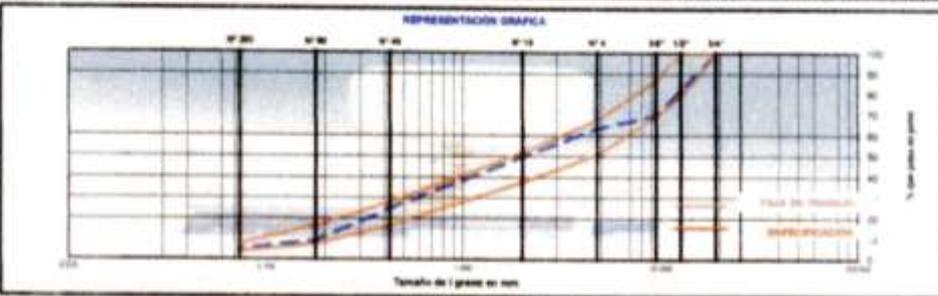
Av. Los Pumaes N° 424 - Barrio de Chimbaza - C.A. 94200204 - 94200117 - 971996122
Teléfono: 94200204 - 94200117 - 9421344120
E-mail: info@amecnicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

TÍTULO	"Diseño de carpeta asfáltica en calle mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimagua - 2019"	HECHO POR: P.M.L.V
TECNISTA	PIERO MARTÍN IBÉRICO VIGO	FECHA: 20/03/2019
CANTERA	RIO HUALLAGA - RIO CUMBAZA	
COMPOSICIÓN	Gravilla Chancada 1/2" 35% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 41% Rio Huallaga + Arena Natural 18% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 5%	
UBICACIÓN	YURIMAGUA	

Diseño: C.A. 2.0 %

TAMANO ASTM	ENSAYO					GRANULOMÉTRICO					
	20	30	45	75	150	250	425	750	1500	3000	
ABERTURA EN mm	2.0	2.5	4.75	75	150	250	425	750	1500	3000	
PESO RETENIDO	g	200.0	408.0	382.0	131.0	228.0	105.0	37.0	1.0	0.0	
RETENIDO PARCIAL	%	33.0	17.1	12.8	5.1	36.0	18.0	4.0	0.2	0.0	
RETENIDO ACUMULADO	%	33.0	50.1	62.9	68.0	84.0	92.0	96.0	96.2	96.2	
GRANULACIÓN	%	100.0	66.9	37.1	12.0	64.0	82.0	96.0	96.0	96.0	
ASPHALTO LIMPIO											
TAMANO ASFALTADO											



INDICADOR	UNIDAD	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.8	5.8	5.8	5.8	
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	34.0	34.0	34.0	34.0	
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	61.4	61.4	61.4	61.4	
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.0	0.0	0.0	0.0	
5. PESO EMPESADO DEL AGREGADO ASFÁLTICO APARENTE		1.952	1.952	1.952	1.952	
6. PESO EMPESADO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.824	2.824	2.824	2.824	
7. PESO EMPESADO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.652	2.652	2.652	2.652	
8. PESO EMPESADO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	3.140	
9. PESO DE LA BIRQUETA AL AIRE	g	1184.8	1178.0	1180.8	1180.8	
10. PESO DE LA BIRQUETA AL AIRE SATURADO	g	1180.2	1182.0	1180.2	1180.2	
11. PESO DE LA BIRQUETA EN AGUA	g	466.0	466.0	466.0	466.0	
12. VOLUMEN DE LA BIRQUETA (10/10)	cm ³	517.4	514.0	514.0	514.0	
13. PESO DE LA BIRQUETA (10/10)	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
14. VOLUMEN DE LA BIRQUETA (10/10)	cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	
15. VOLUMEN DE LA BIRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10/10)	cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	
16. PESO EMPESADO BULK DE LA BIRQUETA - 10/10	g	2.280	2.280	2.280	2.280	0.001
17. PESO EMPESADO MARSHALL ASTM D-2041	g	2.438	2.438	2.438	2.438	
18. VACÍOS (10/10)	%	8.1	8.0	8.0	8.0	3.0
19. PESO EMPESADO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+4+8+16+30+60)		2.048	2.048	2.048	2.048	
20. V.M.A. (10/10)	%	18.2	18.1	18.0	18.0	18.0
21. VACÍOS LIBRES CON C.A. (10/10)	%	66.8	67.1	67.0	66.9	66.0
22. PESO EMPESADO DEL AGREGADO TOTAL (2+4+8+16+30+60)		2.680	2.680	2.680	2.680	
23. C.A. AGREGADO POR AGREGADO TOTAL (10/10)	%	0.20	0.20	0.20	0.20	
24. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (10/10)	%	0.21	0.21	0.21	0.21	
25. FLUJO	mm	0.7	0.8	0.8	0.8	0.0
26. ESTABILIDAD SIN CORRIENTE	g	180	180	180	180	
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
28. ESTABILIDAD DURANTE	g	1148	1148	1148	1148	100.0
29. ESTABILIDAD FLUJO	g/cm ³	288	274	284	280	1700.000

J. Barrera
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217308



P. M. L. V.
Consultores Tef Amecnicos S.A.O.
Gerente



Consultores Tef Amazonas S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Av. Los Portales CP 500 - Ciudad de Iquitos - Callao - PERU
TEL: 054 2222222 - 054 2222222 - 054 2222222
E-mail: info@tefamazonas.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-3-01

TÍTULO: Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el método Marshall seleccionando fibra de acero en la ciudad de Yumbay - 2018

HECHO POR: F. J. L. V.

FECHA: 07/07/2018

TECNETA: PIERO MARTIN BERCO VIGO

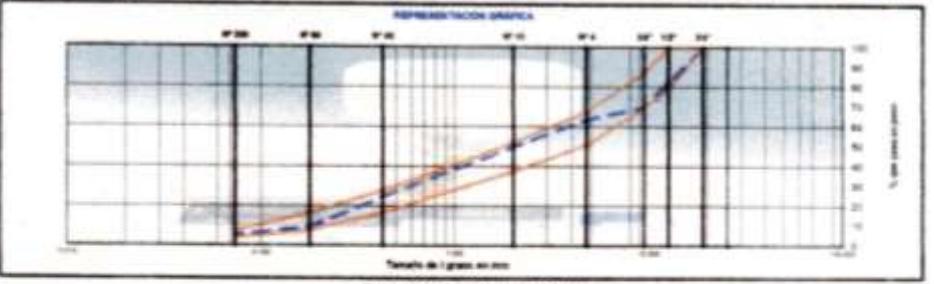
CANTERA: RIO HULLADA + RIO CUMBASA

COMPLICACION: Gravello Chancado 10% 36% Rio Huallaga + Arena Chancada 51% 41% Rio Huallaga + Arena 18% Rio Cumbasa + Viruta de Asero S.S.

UBICACION: YUMBAY

(Diseño: C.A. 3.3.3)

TIPO DE MUESTRA	ENSAYO GRANULOMÉTRICO									
	#1	#2	#4	#10	#20	#40	#60	#75	#100	RESIDUO
ASBESTO (g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASBESTO (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RETENIDO PASAJE (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RETENIDO ACUMULADO (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PASAJE (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ESPECIFICACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASFALTO LIQUIDO										
FRACCION PASAJE TOTAL										



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
INDICADOR	UNIDAD	1	2	3	4	REMARKS
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.8	6.8	6.8	6.8	
2. APROXIMADO OBTENIDO EN PESO DE LA MEZCLA - 10% A	%	22.88	22.88	22.88	22.88	
3. APROXIMADO PASAJE EN PESO DE LA MEZCLA - 10% A	%	94.61	94.61	94.61	94.61	
4. PUNTO EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.88	6.88	6.88	6.88	
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO UNIFORME	g/cm ³	1.251	1.251	1.251	1.251	
6. PESO ESPECIFICO DEL ASPHALTO UNIFORME - BUNA	g/cm ³	1.251	1.251	1.251	1.251	
7. PESO ESPECIFICO DEL ASPHALTO PASAJE - BUNA	g/cm ³	1.251	1.251	1.251	1.251	
8. PESO ESPECIFICO PASAJE - UNIFORME	g/cm ³	1.249	1.249	1.249	1.249	
9. PESO DE LA BRIGUETA AL JERE	g	1199.9	1199.9	1199.9	1199.9	
10. PESO DE LA BRIGUETA AL JERE (ASTUNDIDO)	g	1199.9	1199.9	1199.9	1199.9	
11. PESO DE LA BRIGUETA EN NAJE	g	987.2	987.2	973.9	973.9	
12. VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10% A)	cm ³	581.1	573.2	574.9	574.9	
13. PESO DE LA PARAFINA (10% A)	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
14. VOLUMEN DE PARAFINA (10% A)	cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	
15. VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10% A)	cm ³	581.1	573.2	574.9	574.9	
16. PESO ESPECIFICO BUNA DEL ASPHALTO (10% A)	g/cm ³	2.091	2.091	2.091	2.091	
17. PESO ESPECIFICO BUNA DEL ASPHALTO (10% A)	g/cm ³	2.091	2.091	2.091	2.091	
18. FACTOR "1" - 10% A	%	6.7	6.8	6.7	6.8	1, 2, 3
19. PESO ESPECIFICO BUNA DEL ASPHALTO TOTAL (10% A) - 10% A	g/cm ³	2.046	2.046	2.046	2.046	
20. C.A. - 10% A	%	18.4	18.4	18.4	18.2	100, 10
21. FACTOR "2" - 10% A	%	11.8	11.7	11.8	11.7	
22. PESO ESPECIFICO DEL ASPHALTO TOTAL (10% A) - 10% A	g/cm ³	2.091	2.091	2.091	2.091	
23. C.A. ASPHALTO POR ASPHALTO TOTAL (10% A) - 10% A	%	1.32	1.32	1.32	1.32	
24. CEMENTO ASFALTICO UNIFORME (10% A) - 10% A	%	0.0	0.0	0.0	0.0	
25. PASAJE	%	6.8	6.8	6.8	6.8	1, 2, 3
26. ESTABILIDAD DEL COMPRESOR	g	1381	1381	1381	1381	
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	1.00	1.00	1.00	1.00	
28. ESTABILIDAD COMPRESOR	g	1381	1381	1381	1381	100, 100
29. ESTABILIDAD PASAJE	g/cm ³	2.091	2.091	2.091	2.091	100, 100

F. J. L. V.
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217306



F. J. L. V.
CONSULTORES TEF AMAZONAS S.A.C.
GERENTE

**ANEXO 8: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA ÓPTIMO CON 5% DE
FIBRA DE ACERO**



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

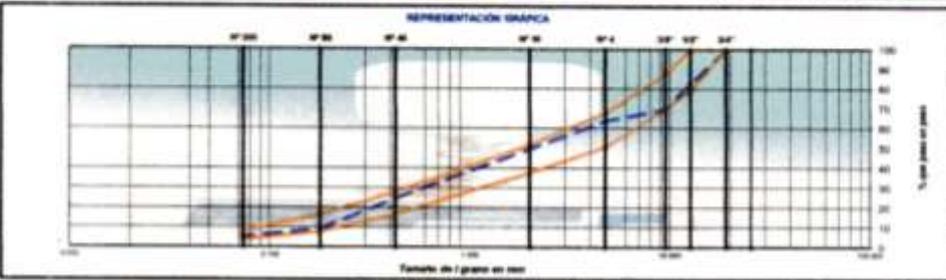
ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

J. Las Palmeras N° 433 - Barrios de Shabayo - Cel: 942932914 - 944618717 - 071246128
DPTA. MANABITA - 0904010214 - 0904010717 - 09071040138
Email: consultores@amazonicos.s.a.c@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

TEMA:	"Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo Marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yumbagua - 2018"	HECHO POR: P.M.J.V
TECNIA:	PIERO MARTIN IBARRO VINDO	FECHA: 2018/08/08
CANTINA:	RD HUALLAGA - RD CUMBASA	
DOSIFICACION:	Gravilla Chacada 10" 30%, Rta Huallaga + Arena Chacada 310" 41%, Rta Huallaga + Arena Natural 18% Rta Cumbasa + Vidua de Azare 5%	
UBICACION:	YUMBAGUA	

TAMEN ASTM	ENSAYO					GRANULOMETRICO					FRACCION	%	
	Nº 20	Nº 30	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Nº 20	Nº 30	Nº 40	Nº 60	Nº 100			
ABERTURA EN mm	75.0	47.5	25.0	15.0	7.5	4.75	2.5	1.5	0.75	0.425			
PESO RETENIDO	g	300.2	400.2	321.4	131.7	124.2	145.2	17.2	5.1	0.74			
RETENIDO PARCIAL	%	0.2	17.1	32.8	5.1	14.0	29.0	18.3	4.0	0.4			
RETENIDO ACUMULADO	%	0.2	17.1	32.8	38.0	52.1	71.1	89.4	93.4	93.8			
PAS	%	100.0	82.9	70.0	54.9	46.0	29.0	8.4	5.6	0.6			
ESPECIFICACION	%	100	85-100	70-90	51-90	36-50	17-30	5-17	1-4				
ASFALTO LIQUIDO													
TRAMO ASFALTADO													



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5	6
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
2. AGRUPADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04
3. AGRUPADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	60.46	60.46	60.46	60.46	60.46	60.46
4. PULVER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APORTE		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
6. PESO ESPECIFICO DEL AGRUPADO GRUESO - BUA		2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
7. PESO ESPECIFICO DEL AGRUPADO FINO - BUA		2.050	2.050	2.050	2.050	2.050	2.050
8. PESO ESPECIFICO PULVER - APORTE		3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140
9. PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1204.9	1216.0	1216.1			
10. PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1206.4	1216.9	1216.8			
11. PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	999.9	999.9	999.9			
12. VOLUMEN DE LA BRIGUETA (12-11)	cc	317.0	303.2	303.7			
13. PESO DE LA PAPAFA (12)	g	0.0	0.0	0.0			
14. VOLUMEN DE PAPAFA (12)	cc	0.0	0.0	0.0			
15. VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	cc	317.0	303.2	303.7			
16. PESO ESPECIFICO BUA DE LA BRIGUETA (12-14)	g/cc	2.000	2.017	2.004	2.000		
17. PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2041	g/cc	2.430	2.430	2.430			
18. UNIDAD (11-16)/1000	%	6.0	6.0	6.7	6.7	6.7	6.7
19. PESO ESPECIFICO BUA DEL AGRUPADO TOTAL (12-14)/1000		2.040	2.040	2.040			
20. UNIA (10-14)/1000	%	16.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
21. UNIDAD UNION CON C.A. 100/100	%	73.4	73.1	73.3	73.1	73.1	73.1
22. PESO ESPECIFICO DEL AGRUPADO TOTAL (12-14)/1000		2.001	2.001	2.001			
23. C.A. AGRUPADO POR AGRUPADO TOTAL (12-14)/1000	%	0.21	0.21	0.21			
24. CEMENTO ASFALTICO ESPECIFICO (12-14)/1000	%	0.00	0.00	0.00			
25. PASAD	mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26. ESTABILIDAD DEL COMPRESOR	kg	1223	1187	1220			
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	0.96	1.00	1.00			
28. ESTABILIDAD COMPRESOR	kg	1174	1187	1220	1190	1190	1190
29. APLICACION FLUIDO	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Jorge Abel
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217305



CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
GERENTE

***ANEXO 9: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA CON 10% DE FIBRA DE
ACERO***



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASPALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Av. Los Pumaes 87 433 - Barrio de Sanjosé - Cuzco 04010014 - 04410017 - 04410018
DPOA 0400002814 - 0400002817 - 0400002818
Email: amazonicos@amazonicos.com - www.amazonicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA - MAC-2-01

TÍTULO: "Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adición de fibra de acero en la Ciudad de Yumbagwas - 2018"

HECHO POR: P.M.L.V

FECHA: 20/08/2018

TECNISTA: PABLO MARTÍN IBERICO

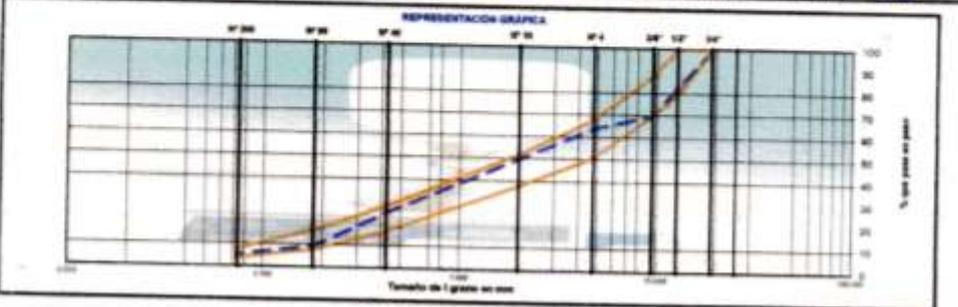
CANTERA: RIO HUALLABA + RIO CUMBAZA

MUESTRA: Gravel Chancada 10% 38% Rio Huallaga + Arena Chancada 21% 42% Rio Huallaga + Arena Natural 20% Rio Cumbaza + Viruta de Acero 10%

UBICACION: YUMBAGUAS

Diseño: C.A. 2.2 N

TAMBE ASTM	ENSAYO					GRANULOMETRICO						
	Nº 20	Nº 30	Nº 40	Nº 60	Nº 75	Nº 100	Nº 150	Nº 200	Nº 250	Nº 300		
ABERTURA EN mm	850	600	425	300	250	150	75	47.5	25	15		
PESO RETENIDO	0	200.2	200.2	101.4	121.7	234.4	140.2	37.1	0	0		
RETENIDO PORCENTUAL	0.0	17.1	12.8	8.1	14.0	20.0	18.0	4.0	0.0	0.0		
RETENIDO ACUMULADO	0.0	17.1	30.0	38.0	52.0	72.0	90.0	94.0	94.0	94.0		
PERAL	100.0	82.9	87.2	91.9	86.0	80.0	82.0	96.0	100.0	100.0		
DESVIACION	0	1.71	1.28	0.81	1.40	2.00	1.80	0.40	0.00	0.00		
ASPALTO LIQUIDO	100	82.9	87.2	91.9	86.0	80.0	82.0	96.0	100.0	100.0		
FRACCION											%	99.0
FRAMO ASPALTADO											P	1100.0



INDICADOR	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFICO
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	3.8	3.8	3.8	3.8	
2. AGRREGADO GRUENO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	34.22	34.22	34.22	34.22	
3. AGRREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	60.78	60.78	60.78	60.78	
4. V% EN EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASPALTICO APARENTE		1.052	1.052	1.052	1.052	
6. PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO GRUENO - BLA		2.839	2.839	2.839	2.839	
7. PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO FINO - BLA		2.852	2.852	2.852	2.852	
8. PESO ESPECIFICO PULV. APARENTE		3.140	3.140	3.140	3.140	
9. PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1194.7	1194.9	1194.8		
10. PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1187.4	1186.3	1186.2		
11. PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	844.7	847.0	847.4		
12. COLUMEN DE LA BRIGUETA (10-11)	g	342.7	338.2			
13. PESO DE LA PARAFINA (10-8)	g	0.0	0.0	0.0		
14. COLUMEN DE PARAFINA (10-8) (g/cm³)	g	0.0	0.0	0.0		
15. COLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	g	342.7	338.2	0.0		
16. PESO ESPECIFICO BLA DE LA BRIGUETA - BLA	g/cm³	3.182	3.187	3.187	3.186	
17. PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D 2922	g/cm³	2.457	2.457	2.457		
18. VACIOS (10-16)/(16-17)	%	11.8	10.8	10.8	10.8	1 - 2
19. PESO ESPECIFICO BLA DEL AGRREGADO TOTAL (2+15)/(16-17+18)		2.848	2.848	2.848		
20. V.M.A. (10-12)/(16-18)	%	21.8	22.1	21.1	21.0	Min. 14
21. VACIOS LIBRES CON C.A. (16-18)-(19)	%	48.3	48.8	48.8	48.3	
22. PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO TOTAL (2+15)/(16-17+18)		2.851	2.851	2.851		
23. C.A. ABSORBIDO POR AGRREGADO TOTAL (16-18)-(19)/(22-19)	%	0.22	0.22	0.22		
24. CEMENTO ASPALTICO EFECTIVO (16-18)-(19)/(22)	%	4.80	4.80	4.80		
25. FLUIDO	mm	3.0	4.8	3.0	3.0	2 - 4
26. ESTABILIDAD SIN CORREGIR	mm	100	110	100		
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.90	0.90	0.90		
28. ESTABILIDAD CORREGIDA	mm	100	100	100	100	Min. 80
29. ESTABILIDAD FLUIDO	mm	200	200	200	200	1700 - 2000

[Firma]
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217208



[Firma]
Consultores T&F Amazonicos S.A.C.
Gerente



Consultores Taf Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

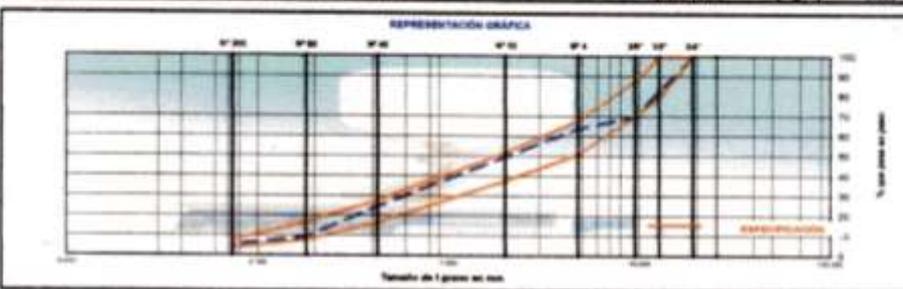
Av. Las Palmas 99 #33 - Distrito de San Juan - Caj. 04200291-2 - 04200117 - 077066136
DPTO. PASTAZA - AVILA 102 LT - 0671042138
Email: consultores@tafamazonicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA - MAC-2-01

TITULO:	Diseño de carpeta asfáltica en calle mediante el ensayo marshall aplicando fibra de acero en la ciudad de Tumbucayo - 2019	FECHA POR: P.A.L.V
TENIENTE:	PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA: 20/06/2019
CANTERA:	RIO HUALLAGA + RIO CUBAZA	
MUESTRA:	Gravilla Chancada 1/2" 35% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 42% Rio Huallaga + Arena Natural 20% Rio Cubaza + Viruta de Acero 10%	
UBICACION:	TUMBUCAYO	

Diseño C.A. 2.2 %

TAMEN ASTM	ENSAYO GRANULOMETRICO								
	#2	#10	#20	#40	#60	#80	#100	#200	
ABERTURA EN mm	75.0	2.0	0.85	0.425	0.25	0.15	0.075	0.075	
PIESO RETENIDO	0	300.0	400.0	147.4	121.7	100.0	100.0	100.0	100.0
RETENIDO PARCIAL	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RETENIDO ACUMULADO	0	300.0	700.0	847.4	969.1	1069.1	1169.1	1269.1	1369.1
PASA	0	100.0	300.0	152.6	78.3	40.0	20.0	0.0	0.0
SEPARACION	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ASFA TO LIQUIDO									
TRAMO ASFALTO LIDO									
FRACCION									
PIESO TOTAL									



Tamaño de 1 gramo en seco

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
ESTADIOS	#1	2	3	4	5	6
1. P.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
2. APOYADO SOBRE EL PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
3. APOYADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	80.46	80.46	80.46	80.46	80.46
4. P.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95
5. PESO ESPESIMETRO DEL ARREBANDO ASFALTICO APARENTE	g	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895
6. PESO ESPESIMETRO DEL ARREBANDO SUAVIO - BUA	g	2.835	2.835	2.835	2.835	2.835
7. PESO ESPESIMETRO DEL ARREBANDO FINO - BUA	g	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451
8. PESO ESPESIMETRO PAJAR - APARENTE	g	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140
9. PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1.063	1.063	1.063	1.063	1.063
10. PESO DE BRIGUETA AL AIRE (ACTUALIZADO)	g	1.063	1.063	1.063	1.063	1.063
11. PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	459.5	459.5	459.5	459.5	459.5
12. VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10-11)	cc	508.2	508.2	508.2	508.2	508.2
13. PESO DE LA PAPAFA (10-11)	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14. VOLUMEN DE PAPAFA (10-11)	cc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15. VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-11)	cc	508.2	508.2	508.2	508.2	508.2
16. PESO ESPESIMETRO BUA DE LA BRIGUETA (10-11)	g	3.844	3.844	3.844	3.844	3.844
17. PESO ESPESIMETRO BUA DE LA BRIGUETA (10-11)	g	3.439	3.439	3.439	3.439	3.439
18. UNIDAD (17-16)/100	%	8.8	7.7	8.8	8.1	8.1
19. PESO ESPESIMETRO BUA DEL ARREBANDO TOTAL (10-11)/100	%	2.944	2.944	2.944	2.944	2.944
20. P.A. (10-11)/100	%	18.8	18.7	18.7	18.8	18.8
21. UNIDAD (20-19)/100	%	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
22. PESO ESPESIMETRO DEL ARREBANDO TOTAL (10-11)/100	%	2.944	2.944	2.944	2.944	2.944
23. P.A. ARREBANDO POR ARREBANDO TOTAL (10-11)/100	%	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
24. CEMENTO ASFALTICO ESPECTRO (10-11)/100	%	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
25. P.A. (10-11)	g	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
26. ESTABILIZACION CORRIENTE	g	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27. ESTABILIZACION BALANZADO	g	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
28. ESTABILIZACION CORRIENTE	g	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29. ESTABILIZACION PUNTO	g	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95

Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 217305



CONSEJO DE INGENIEROS CIVILES
EQUADOR
SECCION DE INGENIEROS CIVILES
CAPITULO DE TUMBUCAYO
SECRETARÍA



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE BUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

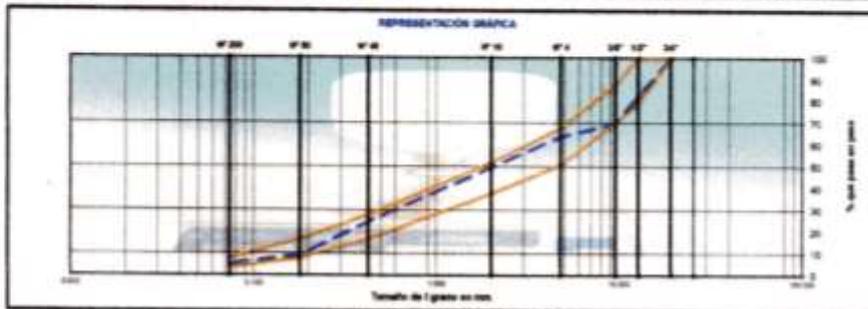
Av. Las Palmas N° 433 - Barrio de Shimburo - Call. 36222214 - 36461517 - 371646130
 5074 36222214 - 36461517 - 371646130
 E-mail: consultores@amazonicos.com o info@amazonicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-3-01

TEMA :	Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019	HECHO POR: F.M.I.V
TEMA :	PIERO MARTIN BERCO VIGO	FECHA: 20/05/2019
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBASA	
MUESTRA :	Gravilla Chancada 1/2" 30% Rio Huallaga + Arena Chancada 3/16" 42% Rio Huallaga + Arena Natural 20% Rio Cumbasa + Viruta de Acero 10% YURIMAGUAS	
UBICACION :	YURIMAGUAS	

Diseño: C.A.F.F.N

ENSAYO		GRANULOMETRICO										
CATEGORIA		20"	15"	12"	9.5"	7.5"	4.75"	3.00"	2.00"	1.18"	0.75"	0.425"
ABERTURA EN mm		19.000	12.500	8.500	4.750	2.500	1.180	0.425	0.250	0.075	0.048	0.025
PESO RETENIDO	g	0	562.0	455.0	371.0	131.7	224.0	149.2	172.0	172.0	172.0	172.0
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	17.1	13.8	9.1	34.0	23.0	13.0	4.0	4.0	4.0	4.0
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	17.1	30.9	39.0	51.1	59.0	66.0	70.0	74.0	78.0	82.0
FINA	%	100.0	82.9	69.1	60.9	48.9	41.0	34.0	30.0	26.0	22.0	18.0
ESPECIFICACION	%	100	85	70	55	35	25	17	12	8	5	3
ASFALTO LIQUIDO												
TRAZO ASFALTADO												



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559		10"	1	2	3	MOJUELO	ESPEPC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	9.8	9.8	9.8	9.8	
2	ADHESIVO (UNIDAD EN PESO DE LA MEZCLA - 6")	%	22.86	22.86	22.86	22.86	
3	ADHESIVO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - 6")	%	85.14	85.14	85.14	85.14	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO ASFALTICO APARENTE		1.022	1.022	1.022		
6	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO UNIFORME - BULK		2.825	2.825	2.825		
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.852	2.852	2.852		
8	PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9	PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1181.3	1188.9	1188.9		
10	PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1195.2	1203.2	1198.2		
11	PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	886.9	887.7	882.3		
12	VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10-1)	cc	533.5	538.8	534.9		
13	PESO DE LA ANARQUIA (10-1)	g					
14	VOLUMEN DE ANARQUIA (10% APARENTE)	cc					
15	VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-1)	cc	533.5	538.8	534.9		
16	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIGUETA (10-1)	g/cc	2.878	2.829	2.804	2.823	
17	PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-294		2.421	2.421	2.421		
18	VANCOE (17-87) (10-1)	%	9.8	7.8	8.1	8.2	3 - 8
19	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2-HAZA) (10-1)		2.648	2.648	2.648		
20	V.M.A. (10-1) (10-1)	%	21.2	28.7	21.8	21.8	21.8
21	VANCOE LINDO CON C.A. (10-1) (10-1)	%	85.8	82.2	81.2	81.2	
22	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (2-HAZA) (10-1) (10-1)		2.891	2.891	2.891		
23	C.A. ABRORADO POR ABRORADO TOTAL (10-1) (10-1) (10-1)	%	0.22	0.22	0.22		
24	GRANITO ASFALTICO ESPECTRO (10-1) (10-1) (10-1)	%	5.78	5.78	5.78		
25	PLUGO	mm	3.8	3.5	3.1	3.1	2 - 4
26	ESTABILIDAD EN CORRIENTE	%	1120	1141	1024		
27	FACTORES DE ESTABILIDAD	K	0.98	0.98	0.98		
28	ESTABILIDAD CORRIENTE	%	1080	1085	984	1085	984 - 978
29	ESFORSO EN PLUGO	kg/cm	2289	2022	2189	2489	1788 - 2089

Jorge Abal
Jorge Navarro Jorge Abal
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217306



Jorge
CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
 GERENTE

**ANEXO 10: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA ÓPTIMO CON 10% DE
FIBRA DE ACERO**

**ANEXO 11: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA CON 12% DE FIBRA DE
ACERO**



Consultores T&F Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

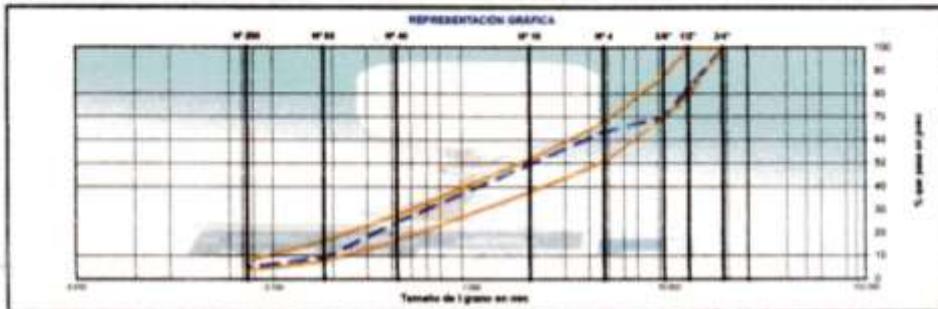
J. Los Páramos N° 432 - Avenida de los Amigos - Call 942002010 - 944019717 - 971300130
DPTA. PARÁPODI - 944001017 - 971300130
E-mail: consultoras@amazonicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO :	Diseño de carpeta asfáltica en colectores mediante el ensayo Marshall aplicando fibra de acero en la ciudad de Yariyaguas - 2019.	HECHO POR : P.M.L.V
TESISTA :	PIERO MARTIN IBERICO VIGO	FECHA : 2019/01/10
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
COMPOSICIÓN :	Gravilla chancada 1/2" 38% Rio Huallaga + Arena chancada 3/16" 38% Rio Huallaga + Arena natural 18% Rio Cumbaza + Viruta de acero 12%	
UBICACIÓN :	YARIYAGUAS	

Diseño C.A. 5.0 %

TAM. ASTM	ENSAYO									GRANULOMETRICO		
	3/4"	3/8"	3/16"	N° 4	N° 10	N° 20	N° 40	N° 60	N° 100	100%		
ABERTURA EN mm	19.000	47.500	4.750	4.750	2.000	0.850	0.425	0.250	0.150	0.075		
PIERO RETENIDO	g	340.2	403.2	101.4	111.7	126.4	140.2	151.2	161.2	171.2	211.2	211.2
RETENIDO PARCIAL	%	6.0	17.1	13.8	6.7	14.0	25.0	15.0	4.0	5.4		
RETENIDO ACUMULADO	%	6.0	23.1	36.9	43.6	57.6	72.6	87.6	91.6	97.0		
PASA	%	100.0	76.9	63.1	56.4	43.0	27.4	12.6	9.0	3.4		
ESPECIFICACION	%	100	80-100	75-85	50-60	30-40	17-20	9-12	4-8			
ASFALTO LIQUIDO												300.0
GRANULOMETRICO												100.0
GRANULOMETRICO												100.0



BRIGUETAS		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFICACION
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0
2	HORMIGADO BRUSO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	34.22	34.22	34.22	
3	HORMIGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	60.78	60.78	60.78	
4	FIBRA EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECIFICO DEL HORMIGADO ASFALTICO APARENTE		1.202	1.202	1.202	
6	PESO ESPECIFICO DEL HORMIGADO BRUSO - BLAX		2.832	2.832	2.832	
7	PESO ESPECIFICO DEL HORMIGADO FINO - BLAX		2.652	2.652	2.652	
8	PESO ESPECIFICO FIBRA - APARENTE					
9	PESO DE LA BRIGUETA AL HIRE	g	1180.0	1176.3	1180.1	
10	PESO DE BRIGUETA AL HIRE (SATURADO)	g	1181.9	1184.1	1180.0	
11	PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	840.3	843.7	840.0	
12	VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10°C)	cc	543.0	540.4	544.0	
13	PESO DE LA MARMITA (10°C)	g				
14	VOLUMEN DE MARMITA (10°C) (HIRE)	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10°C)	cc	543.0	540.4	544.0	
16	PESO ESPECIFICO BLAX DE LA BRIGUETA - 30°C	g/cc	2.199	2.177	2.171	2.177
17	PESO ESPECIFICO MARMITA ASTM D-2041	g/cc	2.457	2.457	2.457	
18	VACIOS (17-18) (30°C)	%	11.1	11.4	11.7	11.4
19	PESO ESPECIFICO BLAX DEL HORMIGADO TOTAL (24°C) (100°C) (30°C)	g/cc	2.640	2.640	2.640	
20	V.M.A. (24°C) (100°C)	%	21.0	21.0	21.0	21.0
21	VACIOS LLENOS CON C.A. (100°C) (100°C)	%	48.0	47.7	47.7	47.0
22	PESO ESPECIFICO DEL HORMIGADO TOTAL (24°C) (100°C) (100°C)	g/cc	2.801	2.801	2.801	
23	C.A. ABSORBIDO POR HORMIGADO TOTAL (100°C) (100°C) (100°C)	%	3.02	3.02	3.02	
24	HORMIGADO ASFALTICO EFECTIVO (100°C) (100°C) (100°C)	%	4.80	4.80	4.80	
25	FLUIDO	mm	4.8	4.2	4.5	4.5
26	ESTABILIDAD BR CORRIENTE	kg	1007	1162	1190	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	g	0.93	0.93	0.93	
28	ESTABILIDAD CORRIENTE	kg	926	1099	1115	1000
29	ESTABILIDAD - FLUIDO	kg/cm	2043	2440	2500	2200-2000

Jorge Barrera
Barrera Navarro Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217305



P. J. G. G.
CONSULTORES T&F AMAZONICOS S.A.C.
GERENTE



Consultores Tef Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

Las Plumas s/n 433 - Barrios de Chobambay - Telf: 0432222114 - 0432222115 - 0432222116
 P.O. Box 4942002214 - 4942002215 - 4942002217 - 4942002218
 E-mail: consultores@tefamazonicos.com - www.tefamazonicos.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TEMA: Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo Marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimaguas - 2019

TECISTA: PIERO MARTIN IBARRICO VIGO

CANTERA: RIO HUALLAGA + RIO CUMBASA

COMPOSICIÓN: Gravelle chancado 1 1/2" 35% Rio Huallaga + Arena chancada 3/16" 35% Rio Huallaga + Arena natural 15% Rio Cumbasa + Viruta de acero 12%

UBICACIÓN: YURIMAGUAS

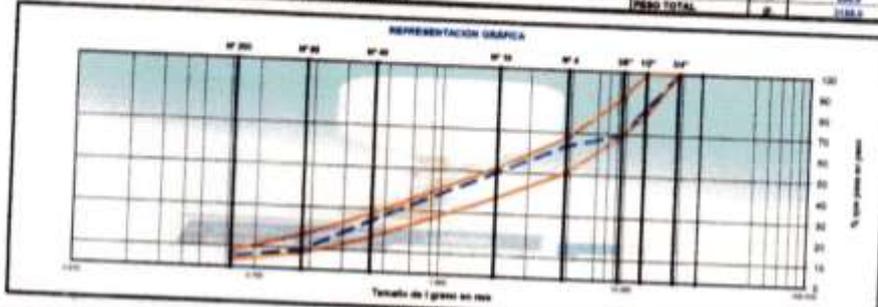
HECHO POR: P.M.I.V

FECHA: 20/06/2019

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Diseño C.A. 6.2.5

CAME ASTM	30"	19"	12 1/2"	7 1/2"	4 7/8"	3 1/8"	2 1/8"	1 1/2"	3/8"	15/32"	3/4"	1"	1 1/4"	1 3/4"	2"
ABERTURA EN MM	19.000	12.700	3.150	4.750	2.000	2.500	1.180	850	425	300	250	150	118	75	60
RETENIDO POR C/M	%	0	360.0	330.0	281.0	217.0	239.4	152.2	37.2	31.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	36.0	72.0	108.0	149.0	170.4	185.6	195.6	205.6	215.6	225.6	235.6	245.6	255.6
PASA	%	100.0	64.0	28.0	20.0	14.0	12.6	10.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
ESPECIFICACIÓN	%	100	60-100	10-30	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15
APARATO USADO	Método Líquido														
TRAMO ASFALTADO	FRACCIÓN: 100.0 % PESO TOTAL: 1000.0														



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

INDICADOR	U	1	2	3	MEJORA	ESPEC.
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
2. AGRUPADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	33.86	33.86	33.86	33.86	33.86
3. AGRUPADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	66.14	66.14	66.14	66.14	66.14
4. FLEJER EN PESO DE LA MEZCLA	%	66.14	66.14	66.14	66.14	66.14
5. PESO EMPERCO DEL CEMENTO ASFALTADO APARENTE		1.000	1.000	1.000		
6. PESO EMPERCO DEL AGRUPADO GRUESO - BULK		2.632	2.632	2.632		
7. PESO EMPERCO DEL AGRUPADO FINO - BULK		2.692	2.692	2.692		
8. PESO EMPERCO FLEJER APARENTE		2.692	2.692	2.692		
9. PESO DE LA MUEQUETA AL AIRE		2.140	2.140	2.140		
10. PESO DE MUEQUETA AL AIRE SATURADO	%	1188.2	1187.2	1188.9		
11. PESO DE LA MUEQUETA EN AGUA	%	1181.1	1185.7	1183.4		
12. VOLUMEN DE LA MUEQUETA (10-11)	%	680.7	686.7	687.8		
13. PESO DE LA MUEQUETA (10-11)	%	681.4	686.7	688.8		
14. VOLUMEN DE PARAFINA (10-11)	%	3.6	3.6	3.6		
15. VOLUMEN DE LA MUEQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-11)	%	681.4	686.7	686.8		
16. PESO EMPERCO BULK DEL AGRUPADO TOTAL (10-11)	%	2.892	2.892	2.892	2.892	
17. PESO EMPERCO MAXIMO ASTM D-2041	%	2.421	2.421	2.421	2.421	
18. VACIOS (17-16)/100	%	7.8	6.5	6.5	6.5	7.5
19. PESO EMPERCO BULK DEL AGRUPADO TOTAL (10-11)/100	%	2.692	2.692	2.692	2.692	
20. V.M.A. (19-18)/100	%	39.7	31.8	31.8	31.8	35.0
21. VACIOS LLENOS CON C.A. (19-18)/100	%	40.4	38.9	38.9	38.9	35.0
22. PESO EMPERCO DEL AGRUPADO TOTAL (10-11)/100	%	2.692	2.692	2.692	2.692	
23. C.A. ABSORCIÓN POR AGRUPADO TOTAL (10-11)/100	%	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
24. CEMENTO ASFALTADO EFECTIVO (10-11)/100	%	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
25. FLUJO	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
26. ESTABILIDAD DEL CARGADO	%	100	100	100	100	100
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	100	100	100	100	100
28. ESTABILIDAD LONGITUDINAL	%	100	100	100	100	100
29. ESTABILIDAD FLUJO	%	100	100	100	100	100

[Firma]
Barrera Navarro Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217306





Consultores TAF Amazonicos S.A.C.

ESTUDIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

A. Las Palmas N° 422 - Barrio de Estrella - Cuzco 042500014 - 042518717 - 015446138
DPOA: 042000014 - 042518717 - 00715446138
E-mail: consultores@tafamazonico.com.pe tafamazonico.com

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TEMA :	Diseño de carpeta asfáltica en caliente mediante el ensayo marshall adicionando fibra de acero en la ciudad de Yurimagues - 2018	HECHO POR: P.M.V
TECNIA :	PERO MARTIN (BERICO VIGO)	FECHA: 28/05/18
LANTERA :	RÍO HUALLAGA + RÍO CUMBAZA	
DORSIC :	Greville chancada 52" 38% Río Huallaga + Arena chancada 3/16" 38% Río Huallaga + Arena natural 18% Río Cumbaza + Viruta de acero 12%	
UBICACION :	YURIMAGUES	

Diseño: C.A. 6.5 %

TIPO ASTM	ENSAYO					GRANULOMETRICO				
	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"
ABERTURA EN mm	19.000	25.000	30.000	37.500	47.500	60.000	75.000	90.000	106.000	150.000
PERO RETENIDO	g	0	200.0	500.0	120.0	121.7	200.0	180.0	37.0	0.0
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	17.1	13.8	8.1	14.8	28.0	18.0	5.0	0.0
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	17.1	30.9	39.0	53.8	71.8	89.8	94.8	100.0
FRACCION PASA	%	100.0	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 75	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 150	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 300	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 600	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1180	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 2500	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 4750	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 7500	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 15000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 30000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 60000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 118000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 250000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 475000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 750000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1500000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 3000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 6000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 11800000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 25000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 47500000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 75000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 150000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 300000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 600000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1180000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 2500000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 4750000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 7500000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 15000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 30000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 60000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 118000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 250000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 475000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 750000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1500000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 3000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 6000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 11800000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 25000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 47500000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 75000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 150000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 300000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 600000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1180000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 2500000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 4750000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 7500000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 15000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 30000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 60000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 118000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 250000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 475000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 750000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1500000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 3000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 6000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 11800000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 25000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 47500000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 75000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 150000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 300000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 600000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1180000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 2500000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 4750000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 7500000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 15000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 30000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 60000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 118000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 250000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 475000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 750000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 1500000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 3000000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 6000000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 11800000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 25000000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 47500000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 75000000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.0
FRACCION PASA 150000000000000000000000000	%	100	82.9	69.1	61.9	45.2	28.0	10.0	5.0	0.

**ANEXO 12: DISEÑO MEZCLA
ASFÁLTICA ÓPTIMO CON 12% DE
FIBRA DE ACERO**

ANEXO 13: PANEL FOTOGRÁFICO

Imagen 5. Agregados a usar y la fibra de acero

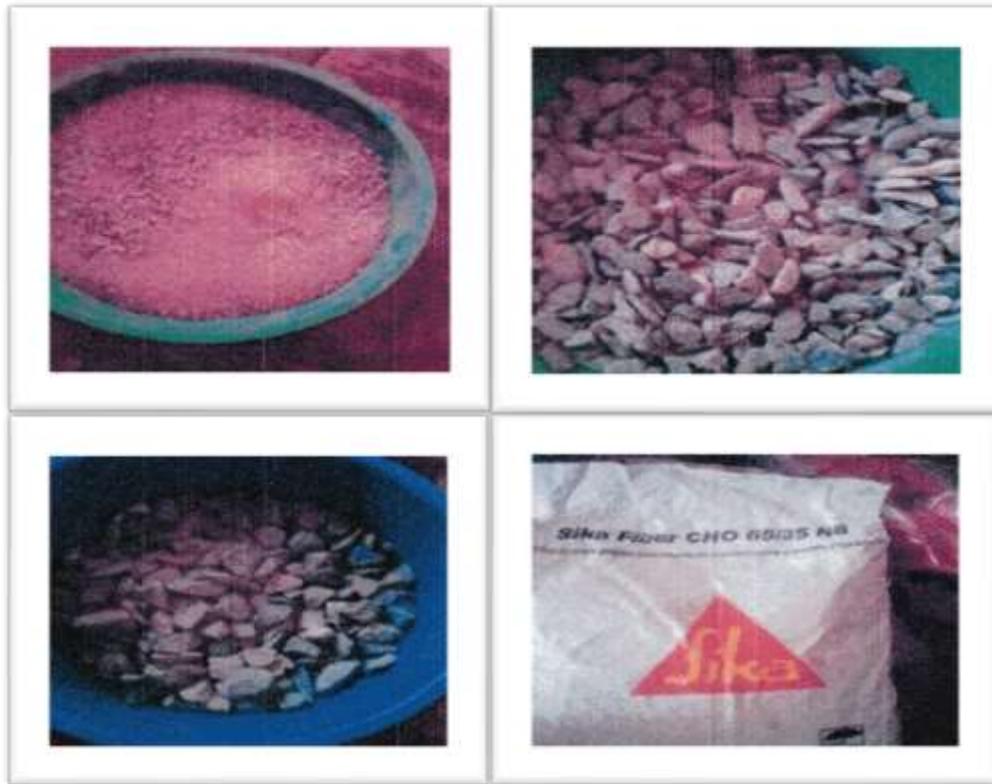


Imagen 6. Peso de los materiales



Imagen 7. Muestras de los agregados para los diferentes porcentajes de PEN 60/70

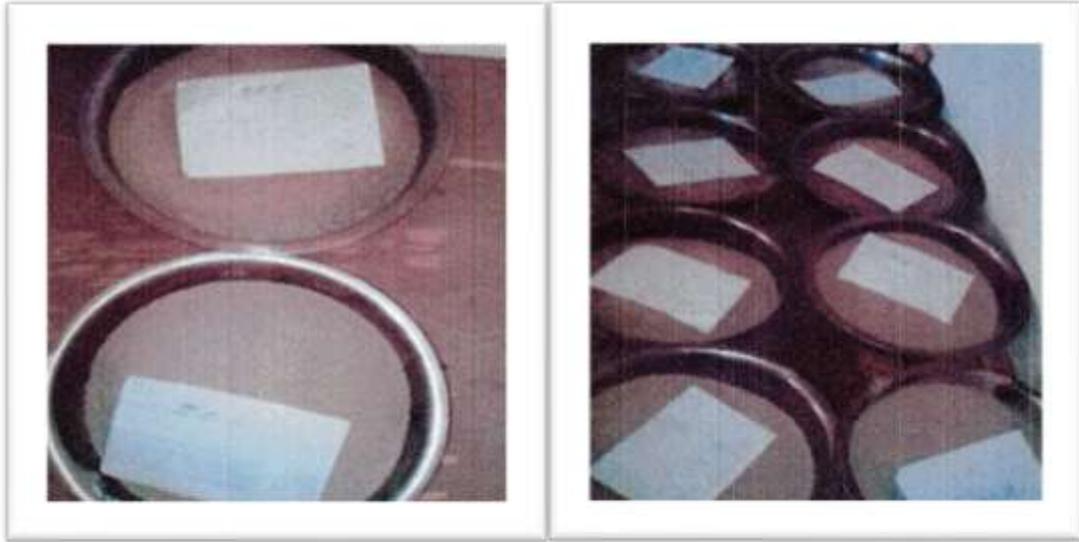


Imagen 8. Muestras con la fibra de acero

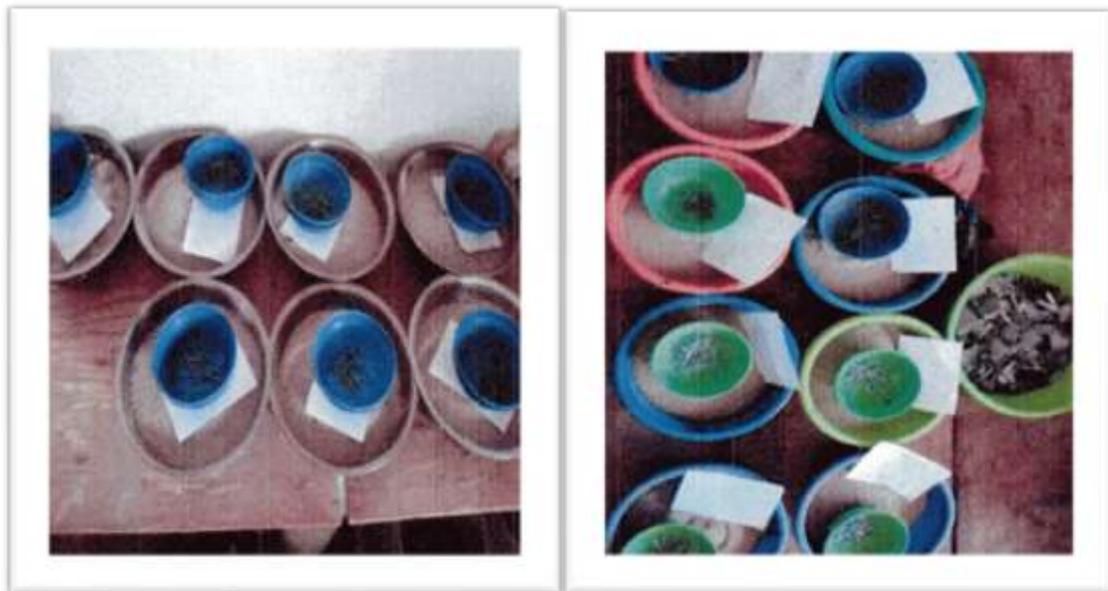


Imagen 9. Preparación del cemento asfáltico a una temperatura de 140°C

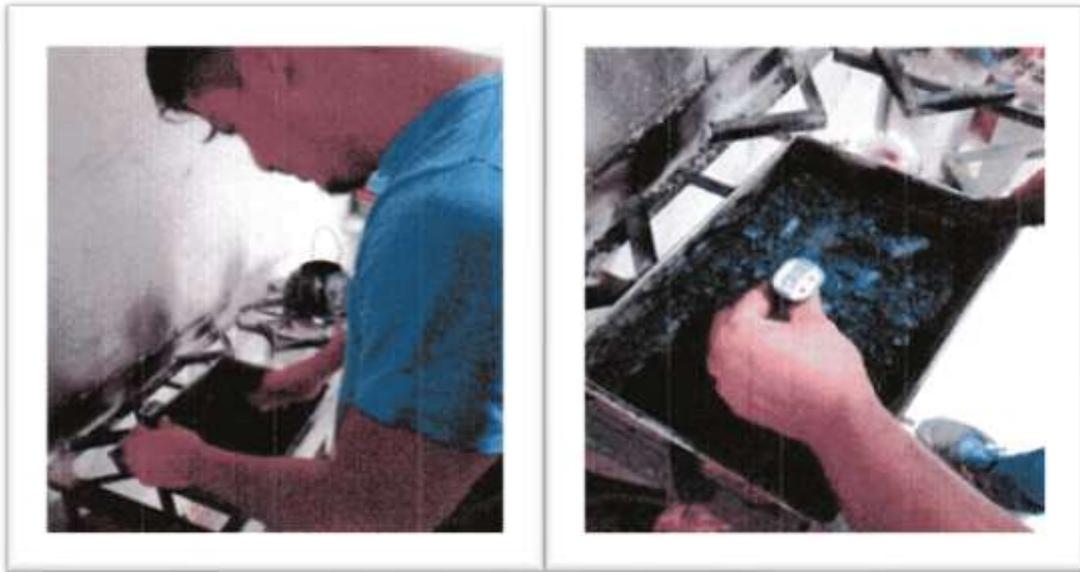


Imagen 10. Briquetas convencionales y modificadas con fibra de acero

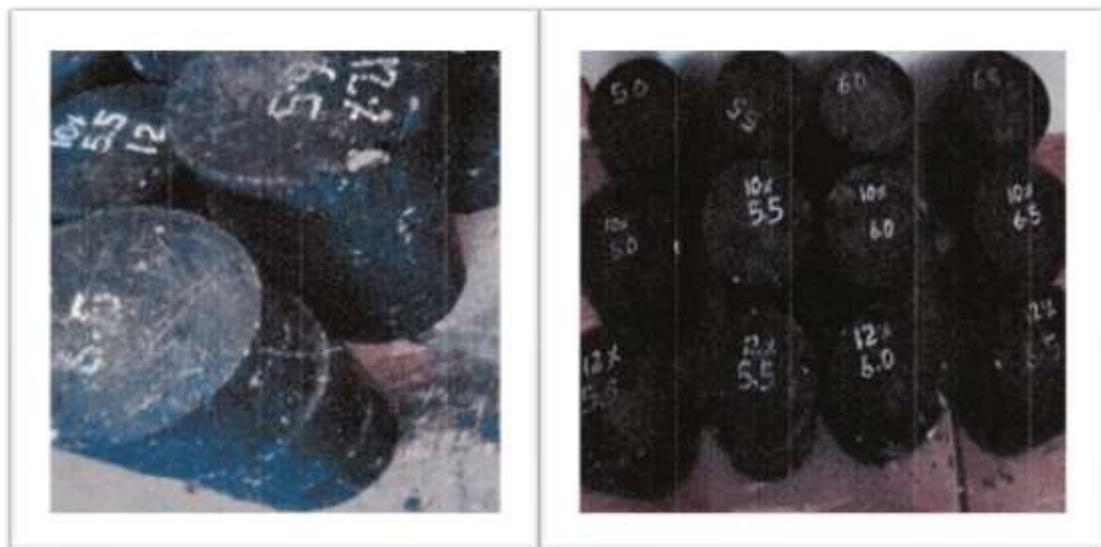


Imagen 11. Peso de la briqueta sin saturar



Imagen 12. Peso de la briqueta saturada



Imagen 13. Peso específico de la briqueta



Imagen 14. Baño maría de las briquetas



Imagen 15. Prensa Marshall, cálculo de la estabilidad y flujo

