

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL
DESEMPEÑO DE MEZCLA ASFALTICA AUTO
REPARABLE EN LAS VIAS DE ELMER FAUCETT

Autor:

Bach. Gustavo Leonardo Chumpitaz Hernandez

Línea de Investigación Institucional:

DISEÑO DE ESTRUCTURAS TRANSPORTE

Asesor:

Metodológico: Dr. Edward Eddie Bustinza Zuasnabar

Temático: Mg. Jesús Iden Cárdenas Capcha

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERIA CIVIL

LIMA – PERU

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Decano

Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa

Jurado

Ing. Gerson Dennis Parejas Sinchitullo

Jurado

Ing. Lidia Leonor Almonacid Ordoñez

Jurado

Mtro. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme dado salud y guiado, además de nunca permitir que desista ante mis objetivos.

A mi madre Ana María.

Por estar siempre a mi lado, por sus creencias y su ejemplo de tenacidad, y por la inquebrantable inspiración que me ha permitido ser un ser humano de bien.

A mi padre Leonardo Enrique.

Por su guía y consejos, que lo definen impartíendola siempre en mí, así como su valentía que lo caracteriza.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Peruana los Andes, donde se encuentran los cimientos de mi formación y haberme formado profesionalmente.

A mis profesores por haber compartido sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros y amigos por permitirme compartir con ellos momentos agradables.

A mi familia porque sé que siempre poder contar con su apoyo.

Y uno muy especial a mi tía, Patricia Elizabeth Hernandez Vizarreta por haber sacrificado tiempo valioso en mí y de su apoyo incondicional que siempre eh recibido.

CONSTANCIA DE SIMILITUD



Oficina de
Propiedad Intelectual
y Publicaciones

NUEVOS TIEMPOS
NUEVOS DESAFIOS
NUEVOS COMPROMISOS

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0414 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL DESEMPEÑO DE MEZCLA ASFALTICA AUTO REPARABLE EN LAS VIAS DE ELMER FAUCETT

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. CHUMPITAZ HERNANDEZ GUSTAVO LEONARDO

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) Metodológico : Dr. BUSTINZA ZUASNABAR EDWARD EDDIE

Asesor(a) Temtico : Mg. CÁRDENAS CAPCHA JESÚS IDÉN

Fue analizado con fecha 22/11/2024; con 131 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 17 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N° 15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 22 de noviembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO	VI
CONTENIDO DE TABLAS	IX
CONTENIDO DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la realidad problemática	3
1.2. Delimitación del Problema	4
1.3. Formulación del Problema	5
1.3.1. Problema General	5
1.3.2. Problema Específico	5
1.4. Justificación	5
1.4.1. Social	5
1.4.2. Teórica	5
1.4.3. Metodológica	6
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo General	6
1.5.2. Objetivos Específicos	6
CAPITULO II	7
MARCO TEORICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.2 Bases teoricas o científicas	11
2.3. Marco conceptual	12
2.3.1. Pavimento Flexible	12
2.3.1.1. Características de los Pavimentos	13
2.3.1.2. Carpeta Asfáltica	14
2.3.2. Agregados Pétreos	14

2.3.2.1. Agregado Grueso	15
2.3.2.2. Agregado Fino.....	15
2.3.2.3. Propiedades de los agregados	15
2.3.3. Consideraciones y Ensayos para los Agregados	17
2.3.4 Fibra de Acero	20
2.3.4.1. Características de la Fibra de Acero.....	20
2.3.5. Asfaltos Modificados	20
2.3.5.1 Mezcla asfáltica en Caliente Convencional	20
2.3.5.2. Mezcla asfáltica en Caliente Porosa.....	21
2.3.5.3. Mezcla asfáltica en Caliente Auto Reparable	21
2.3.6. Mezcla asfáltica.....	22
2.3.6.1 Características y Comportamiento de la Mezcla	22
2.3.6.2 Diseño de Mezcla asfáltica	23
2.3.6.3. Método Marshall	23
CAPITULO III.....	25
HIPOTESIS	25
3.1. Hipótesis General	25
3.2. Hipótesis Específicas	25
3.3. Variables	25
3.3.1. Definición conceptual de las variables	25
3.3.2. Definición operacional de las variables.....	26
3.3.3 Operacionalización de las variables	26
CAPITULO IV	28
METODOLOGIA	28
4.1. Método de investigación.....	28
4.2. Tipo de investigación.....	28
4.3. Nivel de investigación.....	29
4.4. Diseño de la investigación	29
4.5 Población y muestra	30
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	33
4.8 Aspectos éticos de la investigación	34
CAPITULO V.....	35

RESULTADOS	35
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	35
5.2. Descripción de resultados	37
5.3. Contrastación de hipótesis.....	49
CAPITULO VI.....	59
ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS	59
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
ANEXOS 67	
• Matriz de consistencia.....	67
• Matriz de operacionalización de variables	70
• Matriz de operacionalización del instrumento.....	71
• Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....	72
• Confiabilidad y validez del instrumento.....	102
• La data del procesamiento de datos	112
• Consentimiento informado	114
• Fotografía de la aplicación del instrumento.....	115

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Graduaciones propuestas para mezclas cerradas (ASTM D3515).....	18
Tabla 2. Requerimientos para los agregados gruesos	18
Tabla 3. Requerimientos para los agregados finos.....	19
Tabla 4. Propiedades físicas y químicas de los filamentos de acero.....	19
Tabla 5. Operacionalización de variables	26
Tabla 6. Distribución de muestras.....	30
Tabla 7. Ensayos para agregado grueso	33
Tabla 8. Ensayos para árido fino.....	33
Tabla 9. Propiedades físicas del árido grueso	36
Tabla 10. Propiedades físicas del árido fino	36
Tabla 11. Propiedades químicas del árido grueso.....	36
Tabla 12. Propiedades químicas del árido fino	36
Tabla 13. Propiedades físicas y químicas del filamento de acero.....	37
Tabla 14. Ensayo granulométrico para diseño optimo 5.5%	38
Tabla 15. Requisitos de mezcla de hormigón bituminoso.	39
Tabla 16. Resultado de diseño de mezcla asfáltica.....	39
Tabla 17. Ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltico 5.0%	40
Tabla 18. Ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltico 5.5%	41
Tabla 19. Ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica 6.0%.....	42
Tabla 20. Resultado de ensayo Marshall	46
Tabla 21. Ensayos de carga máxima para la flexion.....	47
Tabla 22. Ensayos de mezcla asfáltica auto reparable	48
Tabla 23. Estabilidad para muestra patrón y porcentajes de filamentos de acero.....	50
Tabla 24. Prueba de estabilidad para muestra patrón y con porcentaje de filamentos de acero.....	51
Tabla 25. Fluencia para muestra patrón y con porcentaje de filamentos de acero.....	53
Tabla 26. Prueba de fluencia para muestra patrón y con porcentaje de filamentos de acero.	53
Tabla 27. Flexion para muestra patrón y con porcentaje de fibra de acero.....	55
Tabla 28. Prueba de Flexion para muestra patrón y porcentaje de filamntos de acero.	55
Tabla 29. Auto reparación en muestra estándar y con porcentaje de filamnto de acero. ...	57
Tabla 30. Prueba de Auto Reparación en muestra patrón y porcentaje de filamnto de acero.....	57

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Relación Peso Unitario y de Vacíos	44
Figura 2. Relación Vacíos en el Agregado Mineral y Vacíos llenos de C.A	44
Figura 3. Relación Flujo y Estabilidad.....	44
Figura 4. Contenido óptimo de asfalto 5.5%	45
Figura 5. Incorporación de diferente porcentaje de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica en caliente	46
Figura 6. Incorporación de diferente porcentaje de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica en caliente	46
Figura 7. Diseño de mezcla patrón e incorporación de filamento de acero.	48
Figura 8. Porcentaje de fibra de acero en la auto reparación de la mezcla asfáltica en caliente	49

RESUMEN

Nuestro trabajo de investigación titulado “Incorporación de Fibras de Acero en el Desempeño de Mezcla Asfáltica Auto Reparable en las Vías de Elmer Faucett” tiene como objetivo principal o general ; Demostrar cómo la adición de fibras de acero afecta a la funcionalidad de las mezclas asfálticas autorreparables en carreteras Elmer Faucett y como objetivos específicos; determinar cómo la estabilidad, fluencia y comportamiento a flexión de las mezclas asfálticas autorreparables en carreteras Elmer Faucett se ven afectadas por la adición de los filamentos de acero.

La metodológica que se utilizó en los ensayos de laboratorio para la muestra patrón de asfalto e incorporación de 5% de filamento de Acero , 10% de filamento de Acero y 12% de filamento de Acero , para poder determinar la influencia de los filamentos de Acero, se aplicó la técnica del T Student, para corroborar la fiabilidad de los datos, de estabilidad, flujo y flexion, para poder determinar su fluencia, donde se utilizó técnicas de investigación cuantitativas (Hernández et.al, 2014, pág. 34) orientadas al análisis del espécimen a analizar en este caso briquetas de ensayo ,es de tipo pre experimental es de reducir el tiempo y costo en los daños producidos por el alto tránsito de vehículos en el pavimento de las vías de Elmer Faucett.

Se concluye con la Prueba T Student con grado de libertad (gl) 15 y valores para “p”, los cuales deberán ser menores a 0.05 ($p < 0.05$), obteniendo como resultado $p = 0.018$, al diseño de mezcla asfáltica patrón incorporándole 5% de fibra de acero. Aceptando la Hipótesis Alterna H1: La incorporación de Fibras de Acero, Si Mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparables en las vías de Elmer Faucett.

Palabras claves: **Diseño, Marshall, inducción, filamento de acero, IBM SPSS.**

ABSTRACT

Our research work entitled "Incorporation of Steel Fibers in the Performance of Self-Repairing Asphalt Mix on the Elmer Faucett Roads" has as its main or general objective; Demonstrating the influence of the incorporation of steel fibers in the performance of self-repairing asphalt mixes. repairable on Elmer Faucett roads and as Specific Objectives; Determine how the incorporation of steel filament influences the stability, creep, and flexion of the performance of self-repairing asphalt mix on Elmer Faucett roads.

The methodology used tests from the Asphalt Pattern Sample laboratory and also addition of 5% Steel Fibers, 10% Steel Fibers, 12% Steel Fibers, in order to determine its influence with the Steel fibers, the technique was applied of the T Student, to corroborate the reliability of the data, and then it was applied to the data of maximum load, Tension and Fractures of Specimens, in order to determine their ordered flow, where quantitative research techniques were used (Hernandez et.al, 2014 , page 34) oriented to the analysis of the specimen to be analyzed in this case test briquettes, it is of a pre-experimental type, it is to reduce the time and cost in the damages produced by the high traffic of vehicles on the pavement of the Elmer Faucett roads .

It is concluded with the T Student Test with degree of freedom (gl) 15 and values for "p", which must be less than 0.05 ($p < 0.05$), obtaining as a result $p = 0.018$, to the standard asphalt mix design incorporating 5 % steel fiber. Accepting the Alternate Hypothesis H1: The incorporation of Steel Filament, Yes It improves the properties of the self-repairing asphalt mix in the Elmer Faucett roads.

Keywords: **Design, Marshall, induction, steel filament, IBM SPSS.**

INTRODUCCIÓN

La tesis describe la problemática de las vías del Perú y como darle una solución a través del objetivo que es demostrar la influencia de la incorporación de los filamentos de acero en el desempeño de las mezclas asfálticas auto reparable en las vías de Elmer Faucett. Esta investigación experimental se basa en comparar la mezcla asfáltica patrón y añadiéndole fibras de acero en diferentes porcentajes y poder lograr cual es el porcentaje óptimo de filamentos de acero para cuando se le añade calor por medio de inducción su auto reparación sea significativa buena ante el cambio total de pavimento.

La tesis titulada Incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett está desarrollada en 5 capítulos que son los siguientes:

Se detalla en el capítulo I, “El planteamiento del problema”, donde nos indica el desgaste de las vías debido al incremento del parque auto motor, a su vez este capítulo estará comprendido de los problemas generales y específicos de la incorporación de filamentos de acero para el diseño de asfalto en caliente, así mismo las justificaciones y objetivos de la tesis serán demostrar la influencia del filamento de acero en la mejora de las mezclas asfálticas.

En el capítulo II, “Marco Teórico”, se detallaron los antecedentes tanto nacionales como internacionales que correspondan a la investigación, así mismo desarrollaremos las bases teoricas y el marco conceptual donde describiremos como llegamos al mejor porcentaje de añadidura de los filamentos de acero para mejorar el desempeño de la mezcla asfáltica.

En el capítulo III, “Hipótesis”, se detallaron las hipótesis y variables de auto reparación, estabilidad, flujo y flexion, de la presente tesis y de cómo influyen cuando se le añade fibras de acero en el diseño mezcla asfáltica patrón.

En el capítulo IV, “Metodología”, se definió el tipo, nivel y diseño de investigación aplicada, así mismo la población y muestra estarán dadas por un conjunto de ensayos que se le someterá al diseño de mezcla asfáltica patrón, de igual manera se elegirá los instrumentos y procesamiento de análisis de datos.

En el capítulo V, “Resultados”, se dio a conocer la descripción del resultado mediante las pruebas de laboratorio que estarán comprendidas en los parámetros establecidos en el EG-2013 y serán contrastados mediante el software IBM SPSS versión 26.

En el capítulo VI, “Análisis y discusiones de resultado”, se concluyó que el porcentaje óptimo de añadidura de filamentos de acero en el diseño de las mezclas asfálticas en caliente es de 5% y se recomienda seguir los ensayos establecidos en la presente tesis para lograr mejoras significativas en los diseños de las mezclas asfálticas en caliente.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Si afirmamos que Lima es una de las ciudades más grandes de América Latina con una población de 10 millones aproximadamente, según el estudio más reciente del Instituto Nacional de Estadística e Informática en el año 2022. Como consecuencia de esta expansión, el parque automovilístico de la ciudad creció.

La ciudad más transitada del mundo tiene casi 3 millones de automóviles en sus principales carreteras todos los días, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Con 1.825.664 automóviles que suman el 66% del parque automotor total de Perú, más de la mitad de todos los vehículos, Lima es la región con más vehículos en sus calles y carreteras.

Además, Los casi 138.000 camiones pesados que transitan por Lima no sólo agravan el caótico tráfico de la ciudad, sino que dañan gravemente la calzada de diversas calles, según la Gerencia de Transporte Urbano de Lima Metropolitana.

El aumento de número de vehículos pesados no solo provoca congestión, contaminación y ruido, sino que, junto con cambios bruscos en las

condiciones climáticas, provoca un desgaste acelerado de las superficies de las carreteras convencionales, especialmente los pavimentos blandos, y, en consecuencia, su falla. funcionales, que es una de las razones por las que eventualmente conducen a la destrucción de la estructura.

El desgaste funcional es el comienzo del desgaste en el pavimento, generalmente manifestado por fuego y agrietamiento, generalmente indicado por roturas longitudinales y transversales en la capa de asfalto, así como fisuras interconectadas irregularmente espaciadas llamadas piel de caimán. La eliminación de estas irregularidades funcionales es imprescindible para prevenir el desgaste acelerado y el daño a los pavimentos.

También podemos decir que, según la normativa los pavimentos no rígidos deben utilizarse durante al menos 10 años en su forma original, y deben sustituirse por completo unos 20 años después de su fabricación. Por lo tanto, también podemos decir que la reparación y el mantenimiento de estas pistas con pavimento convencional se realiza al tercer o cuarto año de su construcción.

1.2. Delimitación del Problema

Nuestro Trabajo de investigación se trata sobre problemas, observados en el ámbito del transporte, y sobre cómo nuestra investigación será una propuesta observacional para aportar soluciones.

La mezcla asfáltica con la adición de fibras de acero en las vías de Elmer Faucett, serán auto reparadas mediante inducción cuando se le añada calor, seleccionando primero los materiales a usarse que deberán cumplir con los parámetros técnicos del país y a su vez con los estándares mínimos requeridos para poder evaluar la capacidad de recuperación de las fisuras, asimismo los ensayos deben cumplir con los requisitos de E.G. 2013.

Una vez formulada la mezcla, se producirán briquetas, incluidos productos de acero, cuya estabilidad y fluidez se evaluarán posteriormente.

Al final, evaluaremos la capacidad de reparar grietas cuando se induzca calor por medio de inducción.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

- ¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?

1.3.2. Problema Específico

1. ¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la estabilidad del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?
2. ¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la fluencia del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?
3. ¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la flexión del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Con este novedoso diseño al aporte de las Mezclas Asfálticas con adiciones de filamento de acero reduciremos los tiempos de reparación de los baches generados por el alto tránsito de los vehículos.

Sus objetivos son reducir el grado de daño y prolongar o renovar el funcionamiento y la vida útil de la pieza gastada.

1.4.2. Teórica

Conocer nuevas tendencias en la construcción de pavimentos mejorando el desempeño de las propiedades del diseño de mezcla asfáltica que

nos brinda la fibra de acero y así mejorar las propiedades de auto reparación cuando se le induzca calor.

1.4.3. Metodológica

El presente trabajo de investigación se realizó bajo un proceso metodológica ordenado, donde se utilizó técnicas de investigación cuantitativas orientadas al análisis del espécimen a analizar que en este caso serán briquetas de asfalto incorporándole fibras de acero. (HERNÁNDEZ, 2014)

El propósito de esta investigación de tipo pre experimental es de reducir el tiempo y costo en los daños producidos por el alto tránsito de vehículos en el pavimento de las vías de Elmer Faucett

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Demostrar la influencia de la incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezclas asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la estabilidad del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett.
2. Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la fluencia del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett.
3. Demostrar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la flexión del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Internacional

(MOJTABA, 2022) en su artículo científico sostiene que la puzolana natural con el acero son propiedades físicas y químicas adecuadas para reemplazar una parte de cemento de hormigón, seguido de los resultado de sus propiedades de ingeniería. Las propiedades mecánicas del concreto puzolánico deben ser mejoradas para su aplicabilidad y adaptación a la industria. Por lo tanto, acero y las fibras de polipropileno se utilizan por separado y se hibridan con la nueva puzolana mineral en el hormigón. Los resultados mostraron que el concreto puzolánico que contiene acero fibras tiene más resistencia a la compresión en comparación con otros especímenes. Probetas de concreto puzolánico que consisten en una combinación de acero y las fibras de polipropileno tuvieron un mejor desempeño en términos de resistencia a la flexión en comparación con otras muestras. La tasa de crecimiento de la resistencia a la compresión de estos especímenes de puzolana fue más alta que la del humo de sílice y las cenizas volantes en la edad de 7 a 21 días de curado. También tenía un 15,5 % menos de contaminación por CO₂ con una

mayor resistencia en comparación con el cemento normal hormigón. Por tanto, esta puzolana puede ser una gran alternativa a la sustitución parcial de cemento en hormigón y reducción de consumo de cemento en buena medida, lo cual es un hallazgo valioso para la protección del medio ambiente y la producción de hormigón verde.

(RUIZHE, 2022) en su artículo científico sostiene la evaluación del impacto de las cenizas volantes de gran volumen (HVFA) y los desechos de caucho triturado (CR) en la propiedad mecánica y el beneficio ambiental de acero UHPC seco reforzado con fibra (FR-DUHPC) diseñado en un estudio previo. FA se introdujo al 20-60% por sustitución masiva de cemento con dosis de fibra de 1,5 vol. % Luego se agregaron residuos CR con diferentes mallas como reemplazos parciales/completados de arena gruesa y media con tres contenidos volumétricos de fibras (0.5%, 1.0% y 1.5%). Los resultados de las pruebas indicaron que, en el caso del refuerzo con 1,5% de fibra, el aumento en el contenido de FA y la adición de agregado CR redujeron notablemente la densidad, el módulo de elasticidad y el comportamiento de resistencia, mientras que tuvieron un efecto mínimo en la ductilidad posterior al pico de las mezclas evaluadas. bajo cargas de compresión y flexión. Debido al curado húmedo/vapor adoptado y la reacción puzolánica continua, la contribución del efecto FA a ambas resistencias a varias edades aparentemente aumentó y el 50% de cemento se consideró que la sustitución era la adición de FA más adecuada en este estudio. Para concreto cauchutado reforzado con 0.5–1.5% acero fibras, las propiedades mecánicas aumentaron gradualmente con la dosis de fibra y la edad de curado. Sin embargo, el efecto se debilitó evidentemente con la adición de agregado CR más fino, y el aumento de la dosis de fibra contribuyó a un impacto más positivo en la ductilidad que en la capacidad de carga.

(ANBSHULA, 2022) En su artículo científico, aplica el método de potencial de media celda para determinar y resaltar la extensión del crecimiento de la corrosión, el patrón y las tendencias de la corrosión desarrolladas en las muestras de vigas de concreto reforzado moldeadas experimentalmente. La técnica de corriente impresa se utilizó para simular la corrosión en las muestras

de vigas. Antes (ideal) y después de (dañado) los estados inducidos por el daño de las muestras se compararon con sus resistencias a la flexión calculadas utilizando la técnica de carga del punto central. La pérdida de masa de la barra de refuerzo se evaluó utilizando la ley de Faraday y también observando datos experimentales. El estudio también aborda la adición de dos aditivos en primer lugar Alccofine-1203 (escoria ultrafina) que sustituye al 20% cemento y minimiza el ataque de corrosión a través de su fina eficiencia de empaque; en segundo lugar, prensado de fibras de acero (alrededor del 1% del peso del hormigón), lo que reduce principalmente la disponibilidad de oxígeno y humedad para las barras de refuerzo y, en última instancia, dificulta el proceso electroquímico desarrollado en las barras reforzadas. Se observa el efecto individual y combinado de los aditivos

(QUANTAO, 2018) En su trabajo de estudio examina las propiedades de calentamiento y la eficacia del curado inducido de una mezcla asfáltica con poco filamento de acero.

Para investigar qué tipo de inducción tiene las mejores propiedades para reparar grietas en el asfalto. Infrarrojos, microondas e inducción electromagnética son algunos de los métodos de calentamiento disponibles. Llegaron a la conclusión de que el calentamiento por microondas es más eficaz que los demás métodos porque puede reparar las grietas de forma más uniforme y tiene una profundidad de calentamiento considerablemente mayor.

(VILA, 2018) En su artículo, describen los avances en el uso de partículas metálicas como agentes externos (inducción magnética) para el autorreparación de las mezclas asfálticas. Este proceso permite que el asfalto repare las grietas por sí mismo y da resultados positivos cuando se utilizan residuos metálicos, ya que el uso de residuos es menos costoso que el de áridos naturales y partículas metálicas vírgenes. El proceso consistió en crear varias mezclas asfálticas con porcentajes variados de partículas metálicas y subproductos como escoria y áridos. A continuación, las mezclas asfálticas se exponen a una serie de intensidades, de 400 A a 600 A, durante periodos que oscilan entre 120

y 300 segundos. La muestra se expone a una intensidad de 500A durante 300s para conseguir los parámetros óptimos del proceso de curado.

Nacional

(MIRANDA Centeno, 2019) En su tesis, defiende que el objetivo del estudio es ofrecer el refuerzo con filamentos de acero como un firme duro diferente y beneficioso. Además de promover la investigación sobre los diferentes aditivos añadidos al hormigón y la amplificación de tipo que va bien con él, llegó a mejorar la calidad de los pavimentos rígidos contra los problemas recurrentes, optimizar los costes y mejorar la calidad y optimizar los materiales para mejorar la sostenibilidad ambiental y social.

Con la finalidad de determinar la mezcla más efectiva que satisfaga los requerimientos del expediente técnico para culminar la aplicación en el proyecto de pavimentación en la provincia de Grau en el departamento de Apurímac, este trabajo se concentrará en proponer concretos reforzados con filamentos de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos duros en comparación con las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas.

(CARHUAPOMA Carlo, 2019) Su tesis respalda una investigación de un método estructural destinado a reforzar el hormigón con filamentos de polipropileno. Se utilizó el método A.C.I. de dosificación 210 kg/cm² y 280 kg/cm², en función de la resistencia a compresión simple en prototipos cilíndricos a los 28 días de edad. A continuación, el mismo hormigón previamente suministrado se sometió a tres concentraciones distintas de fibras de polipropileno, con el fin de seleccionar la que ofrecía los aumentos más directos de la resistencia a la compresión. El mejor comportamiento para el hormigón es $f'c=210$ kg/cm², que corresponde a una concentración de 9 kg por m³ de hormigón. Para el hormigón, $f'c=280$ kg/cm² es adecuada para microfibras de polipropileno de 5 kg por m³, lo que se traduce en un aumento de la resistencia a la compresión del 12,03% y del 13,32%, respectivamente. Estos resultados experimentales finales se obtuvieron tras comparar el comportamiento mecánico del hormigón con y sin filamentos.

(DE LA CRUZ Bazan, 2015) En su tesis, defiende la evaluación del rendimiento de las mezclas asfálticas mediante el enfoque Marshall y el ensayo de rueda cargada de Hamburgo para el proyecto de reparación de la autopista DV Imperial-Pampas. Llegaron a la conclusión de que el método Marshall, que se utilizó para diseñar la carpeta, mejoraba las condiciones de carga de la prueba teniendo en cuenta los diseños de huecos que daban lugar a diseños de prueba elevados, mejoraba la granulometría AASHTO para dicho diseño de mezcla asfáltica y aumentaba significativamente el porcentaje de hormigón asfáltico. Como resultado, la prueba de la rueda cargada se realizó una prueba tras otra, demostrando que se habían mejorado todas las condiciones de dicha prueba.

2.2 Bases teoricas o científicas

Asfalto

Podemos clasificar el asfalto como un material que se utilizaba a finales del siglo pasado. Hoy en día, los equipos y técnicas utilizados para la colocación del asfalto son muy avanzados debido a los progresos de la tecnología del asfalto. (LOZADA Vergara, 2022)

También se puede definir que la deformación es constante en la capa rodamiento debido a la baja resistencia al corte de la mezcla asfáltica que soporta las cargas repetidas que dejan los vehículos al transitar y se manifiesta como una depresión longitudinal con poca elevación lateral de la mezcla asfáltica (DE LA CRUZ Bazan, 2015 pág. 15)

Si hablamos de asfalto, podemos determinar que el bitumen es una mezcla muy viscosa de sustancias orgánicas negras, de muy alta densidad, soluble en disulfuro de carbono (DE LA CRUZ Bazan, 2015 pág. 20) Derivado del petróleo, mezcla de aceites, resinas y asfáltenos con cualidades de flexibilidad, consistencia y aglutinación. Se compone principalmente de hidrocarburos, que a temperaturas normales tiene una masa semisólida, pero pueden volverse más líquidos al aumentar la temperatura. (MONSALVE Escobar, 2014 pág. 116)

Actualmente, el material más demandado para construir carreteras son las mezclas asfálticas. A temperatura ambiente, esta sustancia negra tiene una viscosidad a medio camino entre la de un sólido y un semisólido; cuando se calienta, se convierte en aglutinante, se suaviza y se vuelve acuosa. Las altas ebulliciones hacen que el asfalto se adhiera a los trozos de árido, creando una mezcla bituminosa. (VALDEZ, 2009)

Existen estándares como el de Asphalt Pavement Association of Michigan que es una mezcla en caliente de 95% piedra, áridos combinada con 5% cemento bituminoso, producto derivado del petróleo. (ASPHALT Association of Michigan, 2023)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Pavimento Flexible

Se define un pavimento flexible cuando está formado por materiales pétreos donde su estructura y dimensiones les permiten deformarse o flexionarse bajo sometimiento de sus cargas.

Se define como un conjunto de hormigón asfáltico formado por capas base y un terraplén, y por sus características debe tener una área de rodadura lisa, resistente al tránsito, a la intemperie. y otros factores dañinos, a distribuir fuerzas en las capas inferiores, y transferir y así fijar la estructura. (ORTIZ Falcon, 2022 pág. 17)

De manera similar, (GARNICA Anguas, 2002 pág. 16) citado por Armas (2015) cita que “El pavimento se divide en varias capas de diferentes materiales minuciosamente seleccionadas que soportan en los pavimentos su carga. Compactado y la densidad normada requerida según los parámetros.

2.3.1.1. Características de los Pavimentos

Se prepara un análisis de una muestra de mezcla de carreteras en un laboratorio para determinar su desempeño potencial en una estructura de carretera.

Cuatro características son objeto de análisis: a) La ausencia de aire, o simplemente la ausencia de aire. b) La densidad de la mezcla. c) Los huecos del árido mineral. d) La cantidad de asfalto. Las propiedades del árido, como la granulometría y la capacidad de absorción, influyen en gran medida en el contenido ideal de asfalto de la mezcla. (INSTITUTO Chileno, 2018 pág. 76)

La base estabilizada de esta capa se compone de piedra triturada, material granular y una combinación natural de áridos y suelo que también incluye cal y cemento portland o elementos bituminosos.

Además, la capa regula las variaciones de volumen y flexibilidad del material de cimentación, que pueden perjudicar al pavimento. (HINOSTROZA Molina, 2018)

La subrasante granular minimiza las “inmersiones por hinchamiento de agua”, provocadas por la congelación a bajas temperaturas controlando el ascenso capilar del agua y actuando como capa de drenaje. Además, esta capa regula la elasticidad y las variaciones volumétricas del material de la subrasante, que pueden dañar el pavimento. (HINOSTROZA Molina, 2018)

La finalidad de la subrasante es sostener el paquete estructural, que se extiende hasta una profundidad inaccesible a las cargas del tráfico. Dependiendo de las propiedades del suelo, esta capa se puede crear cortando o rellenando. A continuación, se compactará hasta que tenga las cualidades, secciones y pendientes designadas para la carretera. (HINOSTROZA Molina, 2018)

2.3.1.2. Carpeta Asfáltica

Según (ORTIZ Falcon, 2022) se centra en crear una superficie rodante para proteger el área del pavimento ante posibles daños, como el tráfico con el que entrará en contacto directo; también ayuda a evitar que el agua penetre en cierta medida en las capas inferiores; mejora la visibilidad de la superficie de la carretera; reduce el ruido; facilita que el agua de lluvia se escurra rápidamente; resiste la deformación; y distribuye las cargas de tráfico de manera similar. (HINOSTROZA Molina, 2018).

Está elaborado a partir de una mezcla de áridos asfálticos y las piedras pueden fabricarse en caliente o en frío, con un diámetro máximo de 4 centímetros. Las propiedades de los materiales pétreos incluyen Granulometría: adherencia al asfalto, dureza y forma de partículas. Esta materia prima debe provenir de suelos inertes, que muchas veces necesitan ser levantados o triturados para su uso, incluidos ríos, arroyos, minas o rocas. Dado que los materiales están completamente recubiertos de asfalto, lo que altera la superficie a cubrir, la granulometría es una característica crucial que debe cumplir con los criterios aplicables. La granulometría necesaria y las tolerancias asociadas se especifican en los estudios correspondientes al tipo de capa de hormigón asfáltico. (ORTIZ Falcon, 2022 pág. 18)

2.3.2. Agregados Pétreos

Las rocas son la fuente de recursos pétreos. Se pueden encontrar en diferentes tamaños como bloques, tejas, granos y fragmentos. Debido a su granulometría distintiva, estos agregados pueden incluirse en la mezcla..

La composición de un pavimento de hormigón asfáltico en caliente contiene material sólido granular inerte en forma de partículas o trozos graduados. Arena, grava, piedra triturada, escoria y polvo de roca son ejemplos de agregados comunes. El agregado es del 75 al 85% en volumen y del 90 al 95% en peso. Dado que los áridos proporcionan la mayor parte de la capacidad de carga, el comportamiento del pavimento depende en gran medida de la selección del agregado. (INSTITUTO Chileno, 2018)

2.3.2.1. Agregado Grueso

Se describe como el esqueleto mineral de cualquier mezcla bituminosa y está compuesto por compuestos formados por gravas de tamaños que oscilan entre 60 y 5 milímetros.

2.3.2.2. Agregado Fino

Las partículas que no pasan el tamiz de 5 mm se eliminan porque coinciden con arenas. Para rellenar los huecos existentes y hacer la mezcla más compacta, se suelen aplicar también el árido grueso.

2.3.2.3. Propiedades de los agregados

El desempeño del pavimento está determinado principalmente por la calidad del agregado utilizado. Pero al elegir agregados para proyectos de pavimentación, hay otros factores a considerar además de la calidad. Estos factores incluyen el precio y la accesibilidad del marcador de posición. Para que un árido se considere apropiado para un pavimento asfáltico de alta calidad, además de cumplir con los estándares de costo y disponibilidad, también debe poseer cualidades específicas. (INSTITUTO Chileno, 2018)

Estas propiedades son:

a) Granulometría y clasificación de los áridos

La distribución del tamaño de las partículas cuando se combinan es una característica crucial de los agregados utilizados en bases y superficies de carreteras. Debido a que una distribución inadecuada compromete la economía, la resistencia y la densidad de la estructura del pavimento, el perfilado de agregados es esencial. El análisis granulométrico se realiza utilizando una variedad de tamices para determinar las características relativas de partículas de diferentes tamaños.

b) resistencia al desgaste

Debido al impacto abrasivo interno de las cargas repetitivas y al efecto pulidor del tráfico, los materiales utilizados para los pavimentos de las

carreteras deben ser fuertes y resistentes al desgaste. La prueba de abrasión de Los Ángeles, que utiliza un cilindro hueco de acero cerrado en ambos extremos y colocado horizontalmente sobre ejes, es el método más utilizado para determinar la dureza general.

Una muestra limpia del agregado a evaluar y un peso específico de esferas de acero se colocan dentro de un cilindro como carga abrasiva para la prueba de abrasión de Los Ángeles. La muestra adicional se saca y se agita con malla No. 12 (1,70 milímetros) después de haber girado el tambor 500 veces a velocidades de 30 a 33 revoluciones por minuto. Después de limpiarlo y secarlo hasta obtener un peso constante, se pesa el material que queda en el tamiz. La diferencia entre el peso original y el peso delgado de la muestra, expresada como porcentaje del peso original, se informa como porcentaje de desgaste.

c) Densidad relativa y absorción

Una característica crucial necesaria para el diseño de mezclas asfálticas es la densidad relativa de las partículas. La relación entre la masa de un sólido y la de un volumen equivalente de agua destilada a una temperatura específica se conoce como densidad relativa. Se emplean dos métricas para determinar la densidad relativa de los áridos, ya que pueden contener huecos permeables: densidad relativa volumétrica y densidad relativa volumétrica.

El volumen neto de los agregados (es decir, los huecos que son permeables al agua) se utiliza para calcular la densidad aparente relativa, o GA.

$$G.A = (MD/VN)/W$$

Entonces:

MD = masa seca del agregado

VN = Volumen neto de los agregados, excluyendo la cantidad de agua absorbida.

W = Peso del agua.

Todo el volumen de los agregados, incluidos los huecos permeables al agua, se utiliza para calcular la densidad relativa total, o GB.:

$$GB = (MD/VB)/W$$

Donde:

MD = masa seca del agregado

VB = volumen total de áridos, incluyendo el volumen de agua absorbida.

W = Peso del agua.

a) Estabilidad Química de los áridos.

Debido a la composición química de las partículas de los áridos, algunos áridos podrían no ser apropiados para una aplicación de construcción de carreteras determinada. Ciertos áridos en mezclas asfálticas con una excesiva afinidad por el agua pueden hacer que el asfalto se eleve o se agite, lo que puede causar que las superficies asfálticas se desintegren.

b) Forma, textura y limpieza del áridos.

La forma de las partículas, la textura de la superficie y la limpieza de los áridos a menudo son requisitos para los agregados utilizados en la construcción de carreteras. Las especificaciones para las mezclas asfálticas suelen exigir que los áridos sean robustos, limpios, duraderos y exentos de polvo, bolas de arcilla, partículas planas o alargadas y otros materiales no deseados. (Libro de Pavimentos, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología)

2.3.3. Consideraciones y Ensayos para los Agregados

De acuerdo con las EG 2013, se deben de seguir algunos requerimientos para los agregados finos y gruesos.

Tabla 1. Graduaciones propuestas para mezclas cerradas (ASTM D3515)

Tamiz	Mezclas Cerradas								
	Tamaño máximo nominal de agregados								
	2 In. (50 mm)	1 1/2 in (37,5 mm)	1 in. (25,0 mm)	3/4 in. (19,0 mm)	1/2 in. (12,5 mm)	3/8 in. (9,5 mm)	N°4. (4,75 mm)	N°8. (2,36 mm)	N°16. (1,18 mm)
Graduaciones para mezclas de agregado (grueso, fino y filler)									
2 1/2 in. (63mm)	100	-	-	-	-	-	-	-	-
2 in. (60mm)	90 - 100	100	-	-	-	-	-	-	-
1 1/2 in. (37.5mm)	-	90-100	100	-	-	-	-	-	-
1 in. (25,0mm)	60 - 80	-	90-100	100	-	-	-	-	-
3/4 in. (19,0mm)	-	56-80	-	90-100	100	-	-	-	-
1/2 in. (12,5mm)	3565	-	56-80	-	90-100	100	-	-	-
3/8 in. (9,5mm)	-	-	-	56-80	-	90-100	100	-	-
N°4. (4,75mm)	17-47	23-53	29-59	35-65	44-74	55-85	80-100	-	100
N°8. (2,36mm)	10-36	15-41	19-45	23-49	28-58	32-67	65-100	-	95-100
N°16. (1,18mm)	-	-	-	-	-	-	40-80	-	85-100
N°30. (600 µm)	-	-	-	-	-	-	25-65	-	70-95
N°50. (300 µm)	3-15	4-16	4-17	5-19	5-21	7-23	7-40	-	45-75
N°100. (150 µm)	-	-	-	-	-	-	3-20	-	20-40
N°200. (75 µm)	0-5	0-6	1-7	2-8	2-10	2-10	2-10	-	9-20

Fuente: American Society for Testing and Materials (ASTM)

Tabla 2. Requerimientos para los agregados gruesos

PROPIEDADES FISICAS			
AGREGADO GRUESO	NORMA	REQUERIMIENTO	
		≤ 3.000	> 3.000
Prueba de Abrasión los Ángeles en porcentaje	MTC E 207	40% máx.	35% max
Peso Específico (gr/cm3)			
Porcentaje de Caras fracturadas	MTC E 207	85/50	90/70

Partículas chatas y alargadas (%)	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Absorción (%)	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (%)	MTC E 209	18 máx.	15 máx.

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 3. Requerimientos para los agregados finos

PROPIEDADES FÍSICAS			
AGREGADO FINO	NORMA	REQUERIMIENTO	
		≤ 3.000	> 3.000
(%) N°200 malla pasante			
(%) N°40 malla de contenido de Humedad			
(%) Humedad malla N°200			
Peso Específico (gr/cm ³)			
Equivalencia de arena (%)	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino (%)	MTC E 222	30	40
Absorción (%)	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (%)	MTC E 209	18 máx.	15 máx.
Sales Solubles (%)	MTC E 219	0,5 máx.	0,5 máx.

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas de los filamentos de acero

PROPIEDADES FÍSICAS		PROPIEDADES QUÍMICAS	
Longitud (mm)	60	Viscosidad Dinámica	Nula
Diámetro (mm)	0.75	Inflamación	Nula
Relacion (L/D)	80	Cinemática	No Aplica
Densidad (gr/cm ³)	7.6	Viscosidad	-
Resistencia a tracción (Mpa)	1200 min		

Fuente: Sika – Perú

2.3.4 Fibra de Acero

Según en la revista científica de concretos (ADITIVOS, 2022), Mantiene las microfibras de acero con bajo contenido de carbono que se tiran y se unen en su lugar. Están destinados a mejorar la resistencia mecánica de las construcciones de hormigón a cargas residuales, flexión-tracción y flexión. Cumple con los requisitos ASTM C1116 y A820.

Según (GUZMAN Hidalgo, 2019), identifica las virutas de acero como un material con una comercialización limitada debido al desconocimiento de los beneficios que puede aportar en términos de resistencia del hormigón. Con este estudio, creamos una oportunidad de negocio para las personas que deseen reciclar este material, tratarlo adecuadamente y ponerlo a disposición de la industria de la construcción como un sustituto rentable y práctico para garantizar la calidad y la longevidad de los proyectos.

2.3.4.1. Características de la Fibra de Acero

Sika de Perú. La principal característica de la fibra de acero trefilada, según él, es que ayuda a homogeneizar la mezcla con una alta relación longitud/diámetro (L/D), lo que permite que la mezcla tenga un alto rendimiento con una baja proporción de fibra. Esto la hace útil para reforzar tanto las mezclas de hormigón tradicionales como las mezclas de asfalto en pavimentos no rígidos.

2.3.5. Asfaltos Modificados

2.3.5.1 Mezcla asfáltica en Caliente Convencional

Según (VISE, 2021), Se dice que el peso y la cantidad de vehículos que circularán por la autopista, calle o camino en construcción, junto con el clima, son los principales elementos a tener en cuenta a la hora de elegir una mezcla asfáltica. Según la, (ASPHALT Association of Michigan, 2023), Alrededor del 95 % de roca, arena y/o grava se combinan con un 5 % de cemento asfáltico (una sustancia hecha de petróleo crudo) para crear una mezcla asfáltica caliente.

“Este tipo de combinación se utiliza más comúnmente que la mezcla asfáltica en frío; El betún y los agregados se calientan a temperaturas cercanas a los 150 °C durante la producción.” (PADILLA RODRIGUEZ, 2004).

2.3.5.2. Mezcla asfáltica en Caliente Porosa

Debido a que es necesaria una proporción mínima de vacíos de 20% para un rendimiento óptimo, esta mezcla asfáltica en caliente es diferente de la tradicional.

La Asociación Nacional de Pavimentos Asfálticos (NAPA) afirma que cuando este tipo de pavimento puede drenar el agua a través de su superficie y evacuarla hacia la tierra mediante infiltración, logrando tener un buen desempeño.

“Garantizan que, en comparación con las carreteras con una mezcla no porosa, el beneficio más significativo de utilizar una mezcla asfáltica porosa en las carreteras es la reducción de 3 a 4 decibeles el ruido procedente de la circulación de vehículos.” (MCDANIEL, 2005).

2.3.5.3. Mezcla asfáltica en Caliente Auto Reparable

(WHITE, 2001), define una mezcla en caliente autorreparable como una mezcla que tiene la capacidad inherente de reparar automáticamente los daños que se producen durante su vida útil. Al igual que otros materiales de autorreparación, el hormigón asfáltico puede auto repararse. Bajo tensión, el propio hormigón asfáltico puede recuperar su resistencia y rigidez durante los intervalos de descanso. Cuando los dejaron solos a 25°C bajo presión, Bazin y Saunier descubrieron que las vigas de hormigón asfáltico que habían sido probadas hasta su falla podían recuperar una pequeña porción de su resistencia inicial.

Cuando se añaden filamentos de lana de acero a la mezcla, la temperatura aumenta por inducción, lo que hace que las fibras se calienten y derritan el betún. Esto, junto con la aplicación de una fuerza de compresión, sella las grietas y reconecta los agregados al ligante asfáltico.

De acuerdo a la publicación del estudio (Influencia de las Fibras de Lana de Acero en las Propiedades Mecánicas, Térmicas y de Curación del Concreto Asfáltico Denso, 2014), Según los informes, agregar filamentos de lana de acero a una mezcla asfáltica convencional con un contenido máximo de bitumen del 7% mejora las características de resistencia, resistencia a la fatiga y ductilidad de la mezcla. También puede alterar positivamente el módulo dinámico de la mezcla, la alteración a largo plazo y la resistencia a la disminución por congelación.

Estos filamentos deben dispersarse uniformemente, ya que una distribución desigual podría provocar problemas con el aumento de la porosidad de la mezcla, lo que desgasta las cualidades mecánicas de la mezcla y acorta su vida útil. Se aconseja que las fibras tengan una longitud máxima de 2 milímetros para proporcionar una dispersión justa de las fibras en la mezcla.

2.3.6. Mezcla asfáltica

2.3.6.1 Características y Comportamiento de la Mezcla

Mediante análisis se puede determinar el comportamiento potencial de una muestra de mezcla de pavimento preparada en laboratorio en la estructura del pavimento. El examen se centra en cuatro características.:

- a) El peso de la mezcla.
- b) Vapores de aire o simplemente vacíos.
- c) El peso de la mezcla.
- d) La cantidad de asfalto.
- e) Los huecos del agregado mineral.

El contenido de asfalto ideal de una mezcla está determinado principalmente por las propiedades de los áridos, incluida la granulometría y su capacidad de absorción. (INSTITUTO Chileno, 2018 pág. 76)

2.3.6.2 Diseño de Mezcla asfáltica

Con el tiempo, las mezclas asfálticas en caliente han cambiado. Tanto la tecnología utilizada para crear la mezcla asfáltica como la evaluación de sus características de rendimiento se han visto afectadas por estos avances. La sustitución de la técnica Marshall por la metodología Superpave en EE.UU. es un ejemplo de ello. (DELGADO Alamilla, 2020 pág. 11)

Se encuentra que los diseños de las mezclas asfálticas en caliente (Mac) consta en colocar, clasificar y unir económicamente material pétreo y agregados en base a unas especificaciones de diseño, a saber: porcentaje óptimo de asfalto, estabilidad, no deformación y desplazamiento a lo largo de la vía, seleccionar buena trabajabilidad, anti segregación, porcentaje de huecos para evitar exudación y cargas de soporte. (MAILA, 2013 pág. 17)

En relación con lo anterior, a continuación, se explicará el método Marshall en las normas peruanas.

2.3.6.3. Método Marshall

Bruce Marshall creó las ideas fundamentales para las mezclas asfálticas en la técnica Marshall en el Departamento de Carreteras de Mississippi en 1929..

Según (WHITE, 2001), El objetivo de la técnica Marshall es establecer un contenido de bitumen ideal a una densidad específica y al mismo tiempo cumplir con los criterios de estabilidad. Marshall y rango de flujo mínimo.

Las mezclas asfálticas se desarrollan y evalúan mediante este proceso de prueba. Para la creación de mezclas, esta técnica de prueba ofrece dos características principales: pruebas de estabilidad y fluidez, así como análisis de densidad y porosidad.

La técnica se basa en determinar el contenido ideal de bitumen en función de la composición volumétrica de la mezcla de hormigón asfáltico, sus características físicas y mecánicas y el tipo de granulometría y ligante bituminoso. La técnica Marshall identifica cuatro rasgos para poder hacer esto.:

1. Elección de áridos y hormigón asfáltico de acuerdo con las especificaciones de la documentación del proyecto..

2. cálculo de mezclas de prueba utilizando muestras compactadas en centros de investigación con un diámetro de aproximadamente 100 mm y un espesor de aproximadamente 70 mm utilizando un martillo estandarizado.

3. En las muestras deben estar presentes huecos de aire, VMA (huecos de agregado mineral) y VFA (huecos rellenos de cemento bituminoso).

4. Las muestras también deben satisfacer los requisitos de estabilidad y fluidez, características de resistencia y flexibilidad, que se determinan mediante un ensayo mecánico rápido y sencillo.

Finalmente, se evalúan muestras con distintos rangos de ligante bituminoso mediante la técnica de Marshall para asegurar que sus cualidades volumétricas y físico-mecánicas cumplen con los estándares necesarios..

CAPITULO III

HIPOTESIS

3.1. Hipótesis General

- La incorporación de fibras de acero, mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparables en las vías de Elmer Faucett

3.2. Hipótesis Específicas

1. La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.
2. La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la fluencia de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.
3. La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la flexión de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable Independiente (Incorporación de Fibras de Acero)

La resistencia del hormigón se puede aumentar añadiendo filamentos de acero como agregados. Además, se ha determinado que las filamentos de acero se comportan bien en el hormigón en comparación con el hormigón normal.. (Maceda León, 2021 pág. 36).

b) Variable Dependiente (Desempeño de Mezcla Asfáltica Auto Reparable)

El trabajo de investigación “Asphalt Pavement Technology” de (TABAKOVIC, 2015), explica que la idea de desarrollar asfalto autorreparable es ahora una solución viable a algunos de los problemas del asfalto, ya que no sólo permite reparar defectos internos de la estructura, sino que también prolonga su vida útil. Dado que llevará menos tiempo completarlo que los métodos de mantenimiento tradicionales que se utilizan actualmente en muchos países, este método es tremendamente prometedor para el cuidado del pavimento. Además, introducen tres soluciones de remediación principales para el diseño de pavimentos asfálticos: rejuvenecimiento, calentamiento por inducción y nanopartículas. Cada uno tiene características únicas, incluido el control de temperatura y el tipo de material. Sin embargo, en última instancia, todos logran el mismo objetivo. Razones para desarrollar un pavimento inteligente.

3.3.2. Definición operacional de las variables

Fibra de Acero Es una solución de la aleación de Hierro y carbono.

Mezclas asfálticas como una combinación de minerales, aglomerados agregados pétreos cubiertos por una película uniforme de asfalto.

3.3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	
			RECOJO DE DATOS	MEDICION
Variable Independiente: Incorporación de Fibras de Acero	Desempeño de mezcla asfáltica con 5%, 10% y 12% de fibra de acero	cantidad de fibras de acero adicionada	Formato de Laboratorio	Balanza

Variable Dependiente: Desempeño de Mezcla Asfáltica Auto Reparable	Estabilidad	Ensayo Marshall	Formato de Laboratorio	Equipo Marshall
	Fluencia		Formato de Laboratorio	
	Flexión	Ensayo de flexión de tres puntos	Formato de Laboratorio	Equipo Zwick Roell

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1. Método de investigación

Para esta investigación, se eligió la técnica Inductivo-Deductiva para este estudio como un enfoque amplio que ayudaría a seguir una secuencia de etapas en el análisis del problema, ya que se basa en hechos observables antes de sacar conclusiones.

Deductivo

El porcentaje de filamentos de acero que se añadirá a la mezcla asfáltica se podrá determinar conociendo sus rasgos y características, lo que permite inferir las ventajas proporcionalmente a su uso. (BRAVOS Fiallos, 2017)

Inductivo

Para identificar la mejor mezcla asfáltica con un porcentaje de filamentos de acero y las mejoras en sus propiedades que aporta este nuevo material, se adquirieron las características y cualidades de cada mezcla asfáltica que contiene un determinado porcentaje de fibra de acero..

“Explicar la realidad a partir de su observación. Es un proceso que va desde lo particular hasta lo general” (COLL, 2017)

4.2. Tipo de investigación

Para este estudio se utiliza la investigación aplicada..

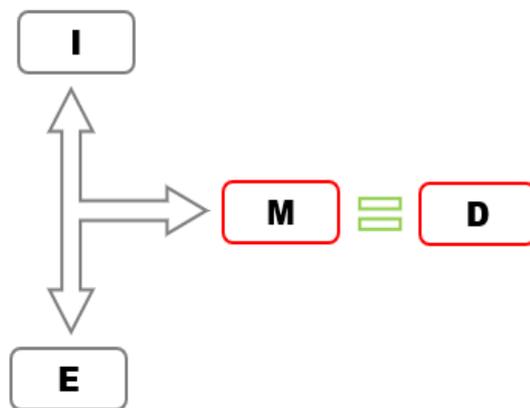
Según el autor (MURILLO, 2009), “La investigación aplicada, a menudo conocida como "investigación práctica o empírica", se distingue porque tiene como objetivo aplicar o emplear conocimientos adquiridos previamente y al mismo tiempo adquirir otros nuevos mediante la implementación y sistematización de la práctica basada en la investigación.”.

4.3. Nivel de investigación

“Debido a que se sugiere un método para diseñar una mezcla asfáltica, en el que se agregan filamentos de acero en cantidades variables para determinar las cualidades recuperativas del asfalto cuando se induce, este estudio se categoriza como investigación aplicada.”. (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 88)

4.4. Diseño de la investigación

El diseño de esta tesis es del tipo experimental correlacional, investigando la posibilidad de emplear filamentos de acero en el diseño de mezclas asfálticas, ya que las variables se relacionan mediante una muestra para lograr el diseño.



I: Incorporación de filamentos de acero.

E: Ensayos (Marshall y de Flexión).

M: Muestra.

D: Desempeño de Mezcla.

4.5 Población y muestra

Población:

La población de la presente tesis estará dada por los pavimentos con mezcla asfáltica auto reparables de fibras de acero en las vías de Elmer Faucett.

Muestra:

El presente estudio muestral estará conformado por 09 tipos de ensayo (Marshall y de Flexión de tres puntos), para el desempeño de mezcla asfáltica de un pavimento auto reparable con diferentes dosificaciones de fibra de acero se tomará por estratos al 5% ,10%,12% y cada uno en 3 briquetas respectivamente, como indica la tabla 3, a las que se harán las pruebas como por ejemplo Análisis Granulométrico por Tamizado, también a las mezclas asfálticas patrón.

“Un muestreo probabilístico estratificado en el que se elige una muestra para cada segmento de la población después de haberla dividido en segmentos.”. (HERNÁNDEZ, 2014 pág. 181)

Tabla 6. Distribución de muestras

INCORPORACION DE FIBRA DE ACERO	DESEMPEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA			TOTAL
	ENSAYOS MARSHALL			
	5.0% C. A	5.5% C. A	6.0% C. A	
Muestra Patrón 0.00%	03 muestras	03 muestras	03 muestras	09 muestras
5.0% es el porcentaje de filamento de acero.		03 muestras		03 muestras
10% es el porcentaje de filamento de acero.		03 muestras		03 muestras
12% es el porcentaje de filamento de acero.		03 muestras		03 muestras
				18 muestras

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Se realizará una aplicación de la técnica de ensayo en laboratorio, lo que implica utilizarla en los distintos ensayos que se realizan en la operacionalización de variables, siguiendo el protocolo que se ha definido para cada uno de ellos, con porcentajes variables de fibras de acero al 5%, 10% y 12% respectivamente.

Instrumento

La herramienta será un formulario de recogida de datos de laboratorio que requiere que se introduzcan de forma ordenada y sistemática los valores de las pruebas de laboratorio que se determinen mediante la operacionalización de las variables. La prueba de Marshall se utilizará para determinar el porcentaje y la cantidad de fibras de acero utilizadas en esta mezcla asfáltica.

Para determinar la estabilidad y deformación del cemento asfáltico, el proceso consiste en producir briquetas cilíndricas de 5%, 10% y 12% con un diámetro de 101,6 mm y una altura de 63,5 mm. Luego, las briquetas se compactan y se miden sus gravedades específicas antes de romperlas en una prensa Marshall..

Se toma como muestra la cantidad óptima de betún, luego de agregar fibras de acero en diferentes cantidades y porcentajes, se ensayan estas briquetas.

Preparación de las Mezclas

Las cantidades de cada parte de árido se pesarán una tras otra en cubetas taradas distintas para cada muestra, primero de acuerdo con la gradación que corresponda al análisis granulométrico realizado.

Después de que los agregados se mezclan en seco, se crea un cráter en el medio. Ambos ingredientes deben calentarse antes de aplicar la cantidad adecuada de asfalto. (Aproximadamente 150°C).

Después de eso, se usa una espátula para combinar manualmente los ingredientes. Hasta que se logre una combinación completa y uniforme, este procedimiento de mezcla debe completarse lo antes posible.

El conjunto del collar, la placa base y la cara del martillo compactador se limpian y se cuecen en el horno a una temperatura de entre 93°C y 149°C simultáneamente con la preparación de la mezcla. Después de montar el conjunto de compactación en la base y sujetarlo firmemente en su lugar con el soporte de fijación, se coloca toda la mezcla recién preparada en el molde, se golpea enérgicamente con una espátula o llana caliente diez veces por dentro y quince veces por fuera. Retire el collar y alise la superficie hasta lograr una forma ligeramente redondeada.

Instrumentos usados

- ✓ Conjunto de tamiz, cepillo y blanca ASTM.
- ✓ Horno.
- ✓ Cizalla.
- ✓ Horno
- ✓ Juego de tamices ASTM
- ✓ Un horno eléctrico para secado de muestras.
- ✓ Recipientes metálicos.
- ✓ N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, Fondo y cubierta, y un juego de mallas de áridos finos de 3/8".
- ✓ Un juego de mallas para áridos gruesos (3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, Fondo y Cubierta).
- ✓ Moldes para briquetas: El molde deberá tener una altura de unos 76.2 milímetros y un diámetro interior de 101.6 milímetros.
- ✓ Máquina extractora de briquetas.

- ✓ Un medidor de tensión y una mandíbula.
- ✓ El equipo Marshall
- ✓ Los termómetros son blindados De 10°C a 232°C (50 °F a 450°F).

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la realización del análisis de los datos, proporcionamos una descripción de los procedimientos de procesamiento que deben ser observados de acuerdo con el manual técnico de cada prueba de laboratorio. Estos procedimientos se utilizarán para determinar los valores que se utilizarán en la formulación de la mezcla asfáltica que contiene filamentos de acero.

Ensayos de los agregados según manual de materiales:

Agregado Grueso:

Tabla 7. Ensayos para agregado grueso

ENSAYO	NORMA
Análisis granulométrico	MTC E 204
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209
Caras Fracturadas	MTC E 210
Sales Solubles Totales	MTC E 209
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791

Fuente: Manual ensayo de materiales

Agregado Fino:

Tabla 8. Ensayos para árido fino

ENSAYO	NORMA
Análisis granulométrico	MTC E 204
Equivalente de Arena	MTC E 114
Angularidad del agregado fino	MTC E 222

Azul de metileno	AASTHO TP 57
Índice de plasticidad malla N°40 y 200°	MTC E 111
Peso específico y absorción	MTC E 205
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209

Fuente Manual ensayo de materiales

4.8 Aspectos éticos de la investigación

La presente tesis constara con ciertos aspectos éticos, la cual consiste en respetar las referencias de diversos sitios web y las citas bibliográficas, serán establecidas según el reglamento de la Universidad Peruana Los Andes.

De igual manera, la presente tesis será una investigación que no presentará plagio alguno.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

Determinaremos las propiedades de los materiales a usar que son los agregados gruesos, finos y fibras de acero los cuales deberán cumplir ciertos requisitos dado por la Manual de Carreteras (E.G – 2013) del MTC. Para poder realizar un correcto diseño.

Aplicare el ensayo de flexion para poder determinar sus propiedades físicas, Mezcla Patrón Asfáltica, también con aditamento de Fibras al 5% de Acero, Fibras 10% de Acero, Fibras 12% de Acero.

Propiedades físicas y químicas de los agregados y del filamento de acero

Las pruebas de las características físicas y químicas de los áridos gruesos (tablas 9 y 11) y de los áridos finos (tablas 10 y 12) confirman que se encuentran dentro del rango especificado por el Manual de Carreteras EG-2013.

De igual manera se aprecia la tabla 13, donde se muestra las propiedades físicas y químicas del filamento de acero (65/35NB Sika Fiber CHO), dando que en su propiedad química presenta nula inflamabilidad, ya que será sometida a ensayos de diseño en caliente y a pesar de su esbeltez, ofrece una resistencia a la tracción de 1200Mpa.

Tabla 9. Propiedades físicas del árido grueso

PROPIEDADES FÍSICAS				
AGREGADO GRUESO	NORMA	REQUERIMIENTO		MUESTRA
		Menor o igual 3.000	Mayor 3.000	
Prueba de Abrasión los Ángeles en porcentaje	MTC E 207	40% max	35% max	23.6
Análisis de adherencia	MTC E 207	+ 95	+ 95	+ 96
Caras fracturadas (%)	MTC E 207	85/50	90/70	88.1
Partículas chatas y alargadas (%)	ASTM 4791	10% max	10% max	5.9
Absorción (%)	MTC E 206	1,0% max	1,0% max	0.8

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 10. Propiedades físicas del árido fino

PROPIEDADES FÍSICAS				
AGREGADO FINO	NORMA	REQUERIMIENTO		MUESTRA
		≤ 3.000	> 3.000	
(%) Humedad malla N°40				16.04
(%) Humedad malla N°200				13.31
Equivalencia de arena (%)	MTC E 114	60	70	68
Angularidad del agregado fino (%)	MTC E 222	30	40	43.1
Absorción (%)	MTC E 205	0,5% max	0,5% max	0.8

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 11. Propiedades químicas del árido grueso

PROPIEDADES QUÍMICAS				
AGREGADO GRUESO	NORMA	REQUERIMIENTO		MUESTRA
		Menor o igual 3.000	Mayor 3.000	
Sulfato de magnesio Durabilidad (%)	MTC E 209	18 máx.	15 máx.	3.34

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 12. Propiedades químicas del árido fino

PROPIEDADES QUÍMICAS				
AGREGADO FINO	NORMA	REQUERIMIENTO		MUESTRA
		≤ 3.000	> 3.000	

Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (%)	MTC E 209	18 max	15 max	4.93
Sales Solubles (%)	MTC E 219	0,5 max	0,5 max	0.059
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 max	8 max	4.4

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 13. Propiedades físicas y químicas del filamento de acero

PROPIEDADES FISICAS		PROPIEDADES QUIMICAS	
Longitud (mm)	60	Viscosidad Dinámica	Nula
Diámetro (mm)	0.75	Inflamación	Nula
Relacion (L/D)	80	Cinemática	No Aplica
Densidad (gr/cm ³)	7.6	Viscosidad	-
Resistencia a tracción (Mpa)	1200 min		

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

5.2. Descripción de resultados

Para determinar la estabilidad, el flujo y la flexión de la muestra estándar (en este caso, el valor aceptable fue 5,0%) discutiremos los resultados de laboratorio y los compararemos con la adición de filamentos de acero en tres porcentajes diferentes: 5%, 10% y 12%.

5.2.1 Selección y características de los agregados.

Los análisis realizados en laboratorio nos determinaran si cumple con las condiciones de Graduaciones propuestas para mezclas cerradas (ASTMD3515).

En la tabla 14, se aprecia el ensayos granulométricos optimo 5.5%, el porcentaje que pasa de la malla 3/4", 1/2", N°4, N°8, N°50 y N°200 debe de estar comprendido según la tabla 1, semilogarítmica permitida de graduaciones propuestas para mezclas cerradas (ASTM D3515), donde el tamaño nominal máximo de agregado y las líneas de control (superior e inferior) determinarán la curva granulométrica para el diseño de la mezcla asfáltica..

Tabla 14. Ensayo granulométrico para diseño optimo 5.5%

Diseño C.A. 5.5%														
ENSAYO GRANULOMETRICO												PROPORCION DE AGREGADOS		
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°50	N°80	N°200	<N°200	TAMIZ N°8	%	
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	0.600	0.300	0.150	0.075		AGREGADO GRUESO	%	55.6
PESO RETENIDO	gr		506.0	695.0	998.0	226.1	376.1	59.3	72.8	61.7	69.6	AGREGADO FINO	%	39.6
RETENIDO PARCIAL	%		9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8	FILLER MINERAL	%	4.8
RETENIDO ACUMULADO	%		9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0	TOTAL DE AGREGADO	%	100
PASA	%	100.0	90.8	78.2	60.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8	0.0			
ESPECIFICACION	%	100.0	90-100		44 - 74	20 - 58		5 - 21		2 - 10				
OBSERVACIONES	Granulometría densamente graduada											FRACCION	%	865.6
												PESO TOTAL	gr.	5500

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

5.2.2 Diseño de mezcla asfáltica en caliente – ASTM D3515

Los parámetros para la mezcla asfáltica en caliente serán los que están indicados en la tabla 15.

En la tabla 16, veremos los resultados finales del diseño de mezcla asfáltica de tres porcentajes distintos (5.00%, 5.5% y 6.00%), dichos resultados se someterán a pruebas proporcionándonos los siguientes resultados que son: Las especificaciones especificadas en el manual de carreteras (E.G., 2013) deben incluir el porcentaje de huecos con aire, huecos mínimos en agregado mineral (V.M.A.), flujo (mm), estabilidad (min) y relación estabilidad/flujo (kg/cm).

Según las gráficas relacion peso unitario y de vacíos (figura 7), relacion vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos de c.a (figura 8) y relacion flujo y estabilidad (figura 9), deberán cumplir las especificaciones de la EG-2013.

El producto obtenido en los ensayos Marshall nos da como diseño optimo 5.5%, que cumple de igual manera con las especificaciones de la EG-2013.

Tabla 15. Requisitos de mezcla de hormigón bituminoso.

Parámetros de diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Numero de golpes por lado y compactación.	75	50	35
2. Estabilidad mínima.	8,15kN	5,44kN	4,53 kN
3. 0.01" (0,25 milímetros) de flujo.	8-14	8-16	8-20
4. La proporción de huecos llenos de aire	3-5	3-5	3-5
5. Los huecos del agregado mineral	-		
Compresión por inmersión (MTC E 518)			
1. Mpa min. Para resistencia a la compresión	2,1	2,1	1,4
2. Porcentaje de resistencia retenida (min).	75	75	75
Relacion de polvo y asfalto.	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
La relacion de estabilidad/flujo (kg/cm)	1.700-4.000		
Resistencia mantenida en el ensayo de tracción indirecta AASHTO T 283	80 min.		

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

Tabla 16. Resultado de diseño de mezcla asfaltica

Especificaciones		5.00%	5.50%	6.00%
(%) de espacios vacíos con aire	3-5	5.9	3.5	2.8
(%) Espacios mínimos en el agregado mineral	14 min	16.1	14.8	16.1
Flujo 0.01" (0,25 mm)	8-14	13.3	14.2	15
Estabilidad (mínimo)	8,15 KN	1105	1131	1113
Relacion entre Estabilidad/flujo (kg/cm)	1.700-4.000	3282	3113	2928

Fuente: Manual de carreteras (EG-2013)

2.1. Ensayo Marshall 5.0%

Tabla 17. Ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltico 5.0%

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS		N	1	2	3	PROM.	ESPECIFIC.
1	PISO MIXTO C. A	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2	(> N 8) ARIDO GRUESO EN PESO DE MEZCLA	%	37.91	37.91	37.91		
3	(> N 8) ARIDO FINO EN PESO DE MEZCLA	%	55.3	55.3	55.3		
4	RELLENO BASADO EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.8	1.8	1.8		
5	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL CEMENTO ASFALTICO	gr/c.c	1.033	1.033	1.033		
6	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO GRUESO A GRANEL	gr/c.c	2.649	2.649	2.649		
7	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO - APARENTE	gr/c.c	2.730	2.73	2.73	2.73	
8	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO A GRANEL	gr/c.c	2.589	2.589	2.589		
9	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO/APARENTE	gr/c.c	2.654	2.654	2.654	2.654	
10	GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS RELLENOS	gr/c.c	2.326	2.326	2.326		
11	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1196	1199	1201.7		
12	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE	gr	1197.3	1200	1203.5		
13	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA	gr	679.8	681.2	682.6		
14	DEZPLAZAMIENTO DEL VOLUMEN EN BRIQUETAS (12-13)	c.c	517.5	518.8	520.9		
15	GRAVEDAD ESPECIFICA A GRANEL DE LA BRIQUETA (11/14)	gr/c.c	2.311	2.311	2.307	2.31	
16	PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D 2041	gr/c.c	2.455	2.455	2.455		
17	VACIOS (16-15) *100/16	%	5.9	5.9	6	5.9	3 - 5
18	GRAVEDAD ESPECIFICA A GRANEL DEL ARIDO TOTAL $(100-1) / ((3/8) + (2/6) + (4/10))$	gr/c.c	2.614	2.614	2.614		
19	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO TOTAL	gr/c.c	2.684	2.684	2.684		
20	V.M..A $100-(2+3+4) *(15/18)$	%	16	16.0	16.2	16.1	Min. 14
21	VACIOS LLENOS CON C.A $100*(20-17) /20$	%	63.4	63.4	62.7	63.2	
22	GRAVEDAD ESPECIFICA EFECTIVA DEL ARIDO TOTAL	gr/c.c	2.648	2.648	2.648		

23	C.A. ABSORBIDO POR ARIDO TOTAL (100*5(22-18) / (22*18)	%	0.51	0.51	0.51		
24	CEMENTO EFICAZ PARA ASFALTO 1-(23*(2+3+4) /100	%	4.51	4.51	4.51		
25	LECTURA DEL FLEXIMETRO (0.001")	plg	13	13.5	13.5	13.3	8 - 14
26	FLUJO (25/100*25.4)	mm	3.3	3.4	3.4	3.4	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	11.08	1105	1101		
28	FACTOR ESTABILIDAD	k	1	1	1		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (27*28)	kg	1108	1105	1101	1104.7	Min. 815
30	ESTABILIDAD -FLUJO	kg/cm	3358	3250	3238	3282.0	1700 - 4000

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

2.2. Ensayo Marshall 5.5%

Tabla 18. Ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltico 5.5%

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS		N	1	2	3	PROM.	ESPECIFIC.
1	PISO MIXTO C. A	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
2	(> N 8) ARIDO GRUESO EN PESO DE MEZCLA	%	37.71	37.71	37.71		
3	(> N 8) ARIDO FINO EN PESO DE MEZCLA	%	55.01	55.01	55.01		
4	RELLENO BASADO EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.79	1.79	1.79		
5	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL CEMENTO ASFALTICO	gr/c.c	1.033	1.033	1.033		
6	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO GRUESO A GRANEL	gr/c.c	2.649	2.649	2.649		
7	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO -APARENTE	gr/c.c	2.730	2.73	2.73	2.73	
8	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO A GRANEL	gr/c.c	2.589	2.589	2.589		
9	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO/APARENTE	gr/c.c	2.654	2.654	2.654	2.654	
10	GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS RELLENOS	gr/c.c	2.326	2.326	2.326		
11	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1212	1211	1216		
12	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE	gr	1214	1215	1218		
13	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA	gr	699.5	701.2	703.02		
14	DEZPLAZAMIENTO DEL VOLUMEN EN BRIQUETAS (12-13)	c.c	514.5	213.8	514.8		

15	GRAVEDAD ESPECIFICA A GRANEL DE LA BRIQUETA (11/14)	gr/c.c	2.356	2.357	2.362	2.36	
16	PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D 2041	gr/c.c	2.443	2.443	2.443		
17	VACIOS (16-15) *100/16	%	3.6	3.5	3.3	3.5	3 - 5
18	GRAVEDAD ESPECIFICA A GRANEL DEL ARIDO TOTAL (100-1) / ((3/8) +(2/6) +(4/10))	gr/c.c	2.614	2.614	2.614		
19	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO TOTAL	gr/c.c	2.684	2.684	2.684		
20	V.M..A 100-(2+3+4) *(15/18)	%	14.8	14.8	14.6	14.7	Min. 14
21	VACIOS LLENOS CON C.A 100*(20-17) /20	%	75.9	76.2	77.3	76.5	
22	GRAVEDAD ESPECIFICA EFECTIVA DEL ARIDO TOTAL	gr/c.c	2.648	2.648	2.648		
23	C.A. ABSORBIDO POR ARIDO TOTAL (100*5(22-18) / (22*18)	%	0.51	0.51	0.51		
24	CEMENTO EFICAZ PARA ASFALTO 1-(23*(2+3+4) /100	%	5.02	5.02	5.02		
25	LECTURA DEL FLEXIMETRO (0.001")	plg	14	14	14	14.0	8 - 14
26	FLUJO (25/100*25.4)	mm	3.6	3.6	3.7	3.6	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1193	1015	1186		
28	FACTOR ESTABILIDAD	k	1	1	1		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (27*28)	kg	1193	1015	1186	1131.3	Min. 815
30	ESTABILIDAD -FLUJO	kg/cm	3314	2819	3205	3112.7	1700 - 4000

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

2.3. Ensayo Marshall 6.0%

Tabla 19. Ensayo Marshall para diseño de mezcla asfáltica 6.0%

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS		N	1	2	3	PROM.	ESPECIFIC.
1	PISO MIXTO C. A	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2	(> N 8) ARIDO GRUESO EN PESO DE MEZCLA	%	37.51	37.51	37.51		
3	(> N 8) ARIDO FINO EN PESO DE MEZCLA	%	54.72	54.72	54.72		
4	RELLENO BASADO EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.78	1.78	1.78		
5	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL CEMENTO ASFALTICO	gr/c.c	1.033	1.033	1.033		
6	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO GRUESO A GRANEL	gr/c.c	2.649	2.649	2.649		
7	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO -APARENTE	gr/c.c	2.730	2.730	2.730	2.73	
8	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO A GRANEL	gr/c.c	2.589	2.589	2.589		
9	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO FINO/APARENTE	gr/c.c	2.654	2.654	2.654	2.654	

10	GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS RELLENOS	gr/c.c	2.326	2.326	2.326		
11	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1203.1	1203.1	1191.8		
12	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE	gr	1204.2	1204.1	1193.6		
13	GRAVEDAD DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA	gr	686.7	687.3	685.3		
14	DEZPLAZAMIENTO DEL VOLUMEN EN BRIQUETAS (12-13)	c.c	517.5	516.8	508.3		
15	GRAVEDAD ESPECIFICA A GRANUL DE LA BRIQUETA (11/14)	gr/c.c	2.325	2.328	2.345	2.33	
16	PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D 2041	gr/c.c	2.4	2.4	2.4		
17	VACIOS (16-15) *100/16	%	3.1	3	2.3	2.8	3 - 5
18	GRAVEDAD ESPECIFICA A GRANUL DEL ARIDO TOTAL $(100-1) / ((3/8) + (2/6) + (4/10))$	gr/c.c	2.614	2.614	2.614		
19	GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ARIDO TOTAL	gr/c.c	2.684	2.684	2.684		
20	V.M..A $100-(2+3+4) *(15/18)$	%	16.4	16.3	15.7	16.1	Min. 14
21	VACIOS LLENOS CON C.A $100*(20-17) /20$	%	80.9	81.6	85.3	82.6	
22	GRAVEDAD ESPECIFICA EFECTIVA DEL ARIDO TOTAL	gr/c.c	2.648	2.648	2.648		
23	C.A. ABSORBIDO POR ARIDO TOTAL $(100*5(22-18) / (22*18))$	%	0.51	0.51	0.51		
24	CEMENTO EFICAZ PARA ASFALTO $1-(23*(2+3+4) /100)$	%	5.52	5.52	5.52		
25	LECTURA DEL FLEXIMETRO (0.001")	plg	15	15	15	15.0	8 - 14
26	FLUJO $(25/100*25.4)$	mm	3.8	3.8	3.8	3.8	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1207	1113	1018		
28	FACTOR ESTABILIDAD	k	1	1	1		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA $(27*28)$	kg	1207	1113	1018	1112.7	Min. 815
30	ESTABILIDAD -FLUJO	kg/cm	3176	2929	2679	2928.0	1700 - 4000

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

- Selección de diseño óptimo de cemento asfáltico.

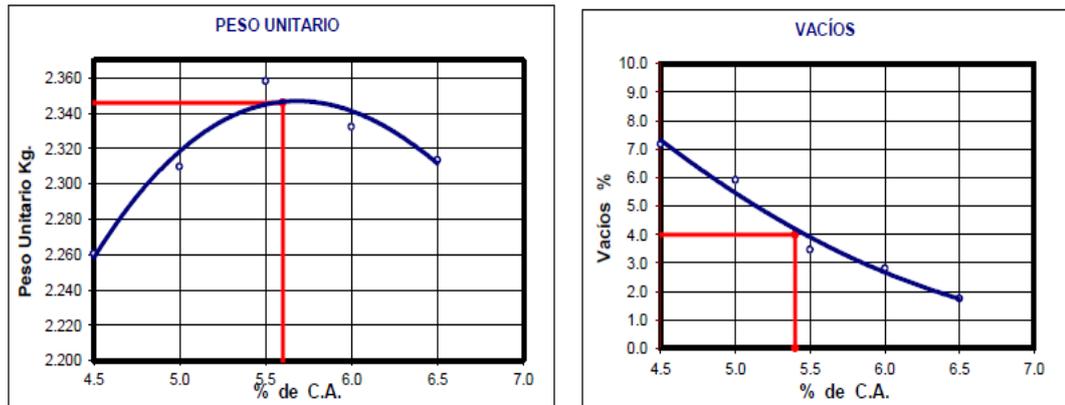


Figura 1. Relación Peso Unitario y de Vacíos

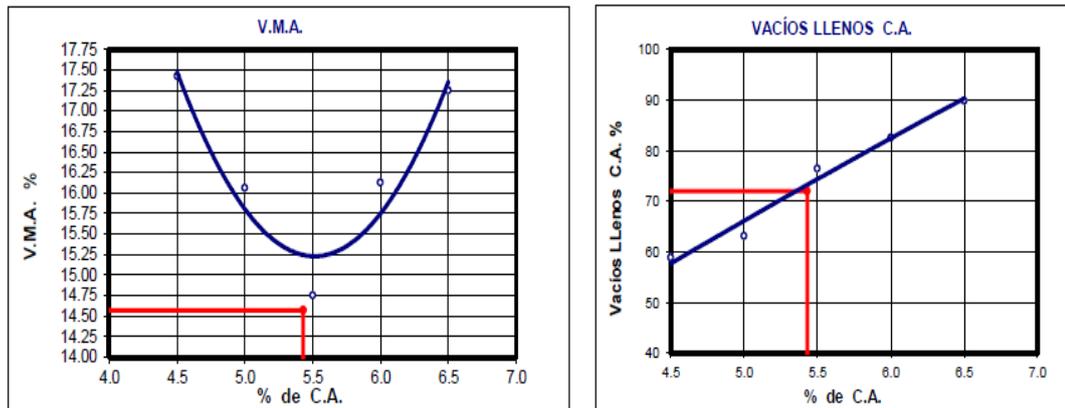


Figura 2. Relación Vacíos en el Agregado Mineral y Vacíos llenos de C.A.

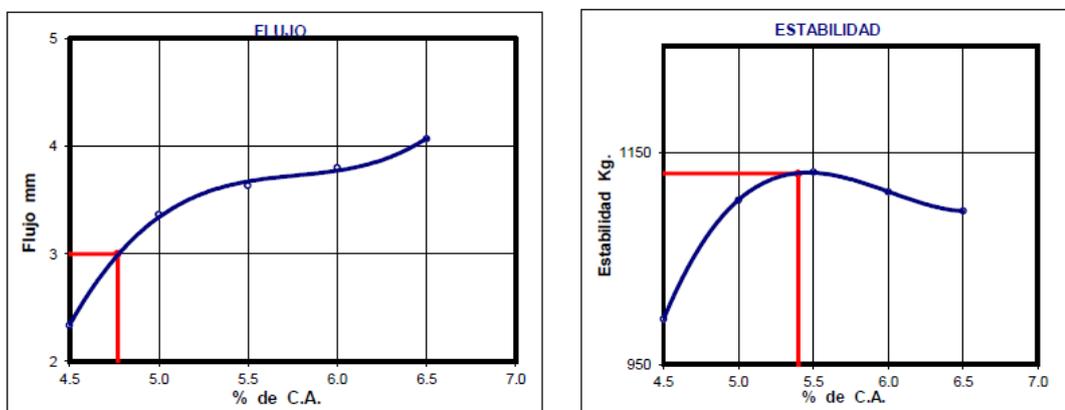


Figura 3. Relación Flujo y Estabilidad.

RESUMEN DE RESULTADOS				
	- 0.3%	ÓPTIMO %C.A.	+ 0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFALTICO	5.17	5.5	5.77	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.301	2.354	2.302	
VACIOS	4.1	3.6	4.7	3 - 5
V.M.A.	17.7	14.97	15.97	Min 14
VACIOS LLENOS CON C.A.	70.2	75.8	79.4	
FLUJO	3.30	3.43	3.9	2 - 4
ESTABILIDAD	1304	1132	1269	Min. 815
ESTABILIDAD/ FLUJO	3950	3308	3254	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	6.62	6.64	6.66	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA	85.9	86.2	86.4	Min. 75
RELACION POLVO T _{máx} 0,0074mm/ASFALTO EFECTIV	0.93	0.69	0.83	0.6 - 1.3 %
DOSIFICACION:				
Grava Triturada < 3/4"-1/4" Cantera Giorfino		15.0%		
Gravilla. < 3/8"- 1/4" Cantera Giorfino		43.0%		
Arena Triturada < 3/8"- 3/16" - Cant. Giorfino		40.0%		
CAL HIDRATADA		2.0%		
Aditivo mejorador de adherencia Zycoterm		0.00% (En peso del ligante)		
Cemento Asfáltico		PEN 60 - 70		

Figura 4. Contenido óptimo de asfalto 5.5%

En la tabla 16, podemos apreciar el promedio de 03 muestras de C.A M. Patrón, C.A con 5% de filamntos de acero, C.A con 10% de filamntos de acero y C.A con 12% de filamntos de acero para la Estabilidad Marshall dando como resultado 1131kg, 1158kg, 1152kg y 1183kg, respectivamente; para el flujo tenemos como resultado 3.6 mm, 3.6 mm, 3.8 mm y 3.9 mm, sobrepasando los valores de flujo permitido cuando se le añade fibra de acero según las especificaciones del EG-2013.

En la Figura 11, podemos ver el cuadro de barra de flujo en milímetros el diferente porcentaje de fibra de acero, que nos mostrara la cualidad de fricción de la mezcla asfáltica dando como valor 3.9 mm la añadidura de 12% de filamnto de acero.

En la figura 12, en el cuadro de barras para la estabilidad determinaremos la cohesión de la mezcla asfáltica para resistir deformaciones, dando como valor máximo 1183 kg al incorporarle 12% de filamento de acero.

Tabla 20. Resultado de ensayo Marshall

CEMENTO ASFALTICO PATRON Y CON INCORPORACION DE FIBRA DE ACERO		DISEÑO OPTIMO	5% ACERO	10% ACERO	12% ACERO
	N	PROM. MUESTRAS	PROM. MUESTRAS	PROM. MUESTRAS	PROM. MUESTRAS
FLUJO (25/100*25.4)	mm	3.6	3.6	3.8	3.9
ESTABILIDAD CORREGIDA (27*28)	kg	1131	1158	1152	1183

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

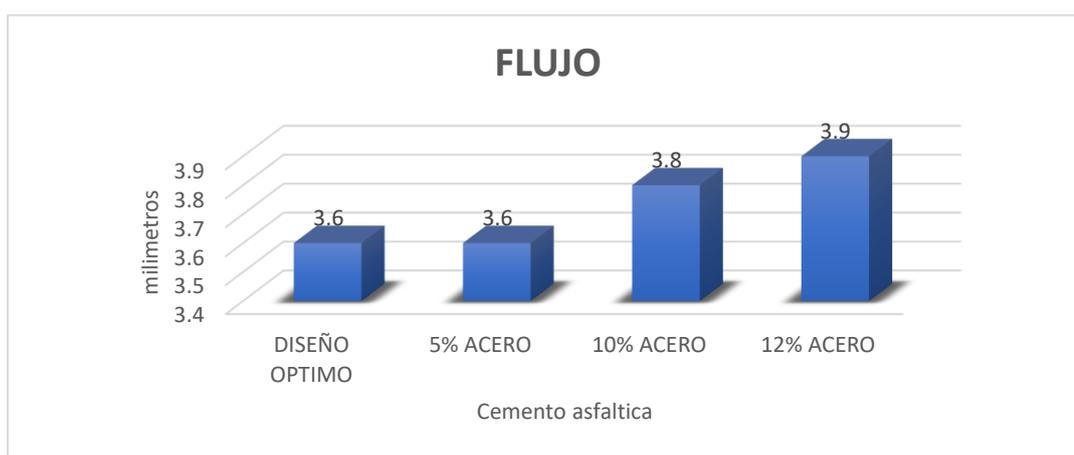


Figura 5. Incorporación de diferente porcentaje de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica en caliente

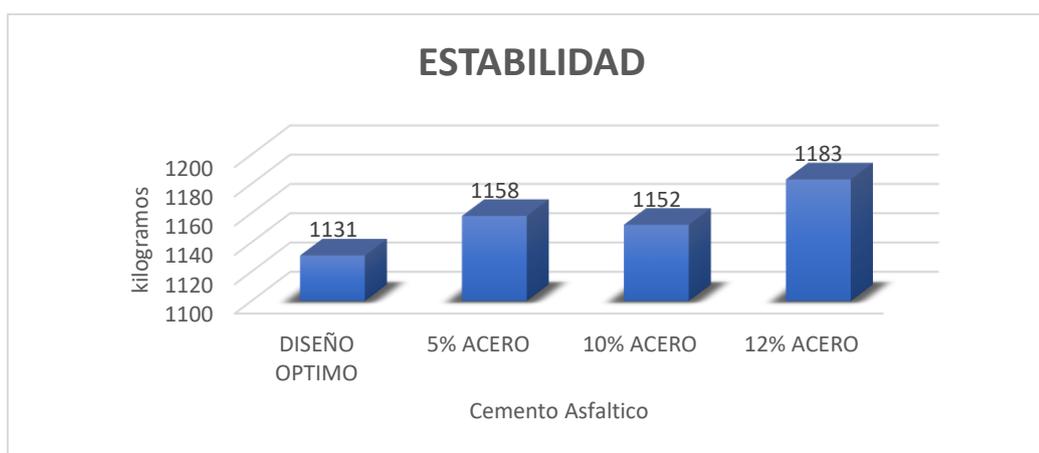


Figura 6. Incorporación de diferente porcentaje de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica en caliente

5.2.3 Ensayo de flexion de tres puntos

Para determinar la flexión de nuestra mezcla asfáltica podemos utilizar los datos del laboratorio sobre la carga máxima por flexión (tabla 17), donde se muestra el promedio de los ensayos realizados a la muestra estándar y el porcentaje de incorporación de filamentos de acero del 5%, 10% y 12% al diseño de las mezclas asfálticas en caliente. Esto nos permite determinar el valor máximo de todos los ensayos cuando se somete a carga máxima..

Los datos obtenidos en la tabla 18, podemos ver los ensayos de mezcla asfáltica en caliente realizados para poder ver su auto reparación cuando se le añade calor por medio de inducción, a dicha prueba se someterá una muestra semicircular a fallo y seguidamente se introducirá a un horno de microondas por un intervalo de tiempo de entre 3 y 4 min, determinaremos el mayor porcentaje de auto reparación cuando se le añade fibra de acero a la mezcla asfáltica en caliente, que para este caso el porcentaje óptimo de fibra de acero fue de un 10% ya que se logró auto reparar un 45.23% de un total de 100%.

a) Resultado de ensayos de flexion

Tabla 21. Ensayos de carga máxima para la flexion

Briquetas	Muestra	Carga máxima (N)	Promedio de muestras
Muestra Patrón	1	3859	2393.5
	2	2316	
	3	2638	
	4	761	
5%	1	3903	3072.25
	2	2841	
	3	2744	
	4	2801	
10%	1	3947	3751
	2	3366	
	3	2850	
	4	4841	
12%	1	3991	4421.5
	2	3881	

	3	2953
	4	6861

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

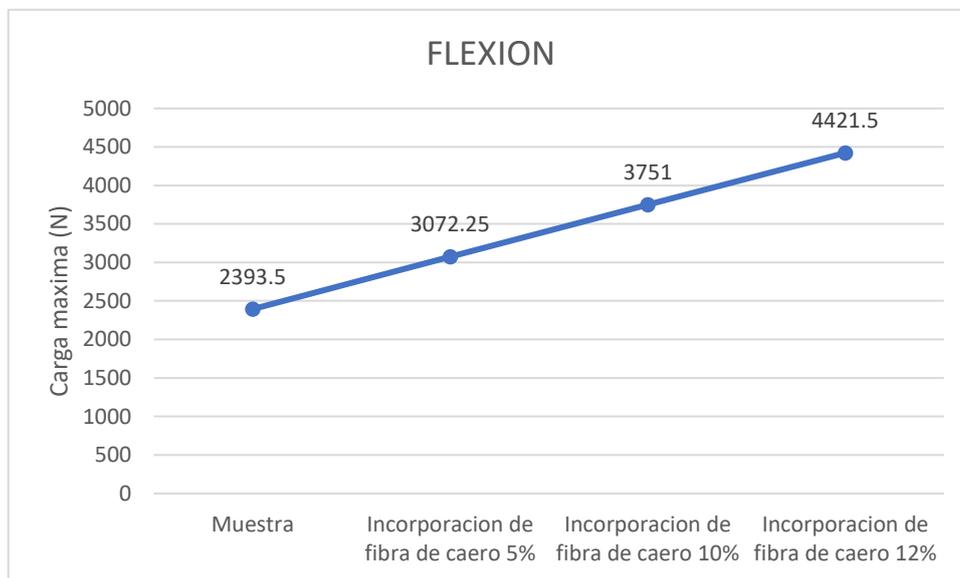


Figura 7. Diseño de mezcla patrón e incorporación de filamento de acero.

b) Resultado de ensayos de auto reparación

Tabla 22. Ensayos de mezcla asfáltica auto reparable

ETAPA	Muestra	Auto reparación		
		Incorporación de filamento de acero 5%	Incorporación de filamento de acero 10%	Incorporación de filamento de acero 12%
Primero	1	47.36	48.61	53.75
	2	46.82	45.91	45.56
	3	48.87	51	54
	4	46.04	35.5	53.96
Segundo	1	16.31	16.91	21.49
	2	17.11	17.81	17.79
	3	101.25	265.1	37.455
	4	21.37	19.11	22.75
Tercero	1	9.39	8.1	22.14
	2	7.94	6.12	17.146
	3	14.16	16.1	19.882
	4	13.66	12.51	22.092

Promedio	32.52	45.23	32.33
----------	-------	-------	-------

Fuente: Ensayos de laboratorio – consultores del sur G.L.A.

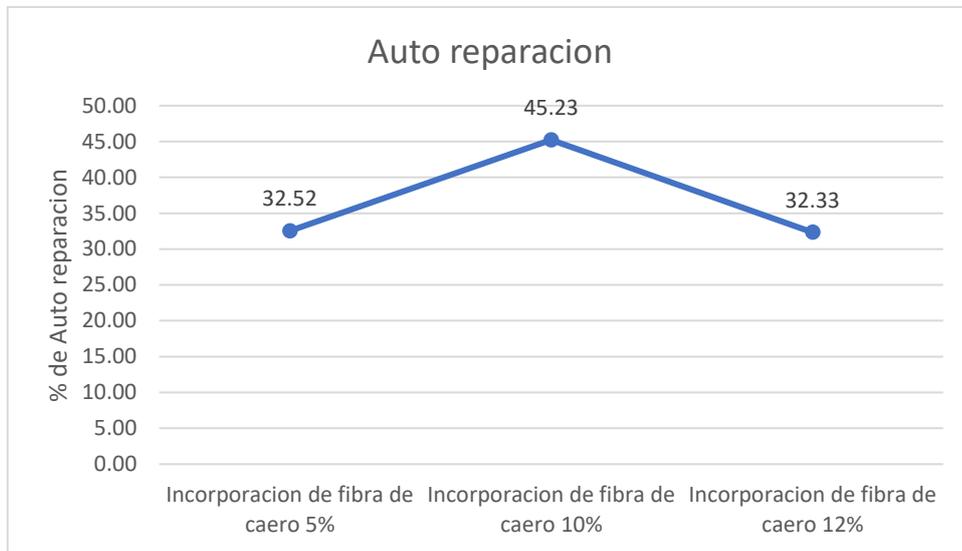


Figura 8. Porcentaje de fibra de acero en la auto reparación de la mezcla asfáltica en caliente

5.3. Contrastación de hipótesis

Hipótesis Especifica

- **Hipótesis Especifica 01:**

- La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

H0: La incorporación de Fibras de Acero, No influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

H1: La incorporación de Fibras de Acero, Si influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

En la Tabla 20, apreciamos los grados de libertad (gl) = 2 y 3 valores para “p”, los cuales deberán ser menores a 0.05 ($p < 0.05$), obteniendo como resultado $p=0.323$, $p=0.306$ y $p=0.187$, al diseño de mezcla asfáltica patrón incorporándole fibra de acero con 5%, 10% y 12% respectivamente. Entonces se acepta la H0 Hipótesis Nula H0: La incorporación de Fibras de Acero, No influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de

Elmer Faucett. Y se rechaza la Hipótesis Alternativa H1: La incorporación de Fibras de Acero, Si influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

Estabilidad de la mezcla asfáltica patrón e incorporación de fibra de acero 5%, 10% y 12%

$$T_{experimental} = \bar{x} \pm t\left(\frac{\alpha}{2}; n - 1\right) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$Dato \quad 1 - \alpha = 0.95 \quad \rightarrow 1 - 0.95 = \alpha \rightarrow 0.05 = \alpha$$

$$0.05 = \alpha \quad \text{por lo tanto} \quad \frac{\alpha}{2} = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

$$T_{experimental} = 1158 \pm t(0.025; 2) \left(\frac{10.44}{\sqrt{16}}\right) =$$

$$T_{experimental} = 1158 \pm t(4.3027) \left(\frac{10.44}{4}\right) =$$

$$1158 \pm 25.9352 =$$

$$1132.0648 \leq \mu \leq 1183.9352$$

Tabla 23. Estabilidad para muestra patrón y porcentajes de filamentos de acero.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Mezcla Asfáltica Patrón	1132.0000	3	74.11478	42.79019
	C.A. 5.5%				
	C.A. 5.5% - Estabilidad 5%	1158.0000	3	10.44031	6.02771
Par 2	Mezcla Asfáltica Patrón	1132.0000	3	74.11478	42.79019
	C.A. 5.5%				
	C.A. 5.5% - Estabilidad 10%	1151.6667	3	20.64784	11.92104
Par 3	Mezcla Asfáltica Patrón	1132.0000	3	74.11478	42.79019
	C.A. 5.5%				
	C.A. 5.5% - Estabilidad 12%	1181.6667	3	6.11010	3.52767

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Tabla 24. Prueba de estabilidad para muestra patrón y con porcentaje de filamentos de acero.

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Signific
		Diferencias emparejadas							ación
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor
					Inferior	Superior			
Par 1	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5% - C.A. 5.5% - Estabilizada 5%	-26.00000	84.14868	48.58326	-235.03690	183.03690	-.535	2	.323
Par 2	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5% - C.A. 5.5% - Estabilizada 10%	-19.66667	57.27419	33.06727	-161.94365	122.61032	-.595	2	.306
Par 3	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5% - C.A. 5.5% - Estabilizada 12%	-49.66667	75.59321	43.64376	-237.45061	138.11728	-1.138	2	.187

Fuente: IBM SPSS Versión 26

- **Hipótesis Especifica 02:**

- La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la fluencia de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

H0: La incorporación de Fibras de Acero, No influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

H1: La incorporación de Fibras de Acero, Si influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

En la Tabla 22, apreciamos los grados de libertad (gl) = 2 y 2 valores para “p”, los cuales deberán ser menores a 0.05 ($p < 0.05$), obteniendo como resultado, $p=0.029$ y $p=0.048$, al diseño de mezcla asfáltica patrón incorporándole fibra de acero con 10% y 12% respectivamente. Entonces se rechaza la H0 Hipótesis Nula H0: La incorporación de Fibras de Acero, No influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett. Y se acepta la Hipótesis Alterna H1 La incorporación de Fibras de Acero, No influye significativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

Fluencia de la mezcla asfáltica patrón e incorporación de fibra de acero 5%, 10% y 12%

$$T_{experimental} = \bar{x} \pm t\left(\frac{\alpha}{2}; n - 1\right) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$Dato \quad 1 - \alpha = 0.95 \quad \rightarrow 1 - 0.95 = \alpha \rightarrow 0.05 = \alpha$$

$$0.05 = \alpha \quad \text{por lo tanto} \quad \frac{\alpha}{2} = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

$$T_{experimental} = 3.6 \pm t(0.025; 2) \left(\frac{0.2}{\sqrt{16}}\right) =$$

$$T_{experimental} = 3.6 \pm t(4.3027) \left(\frac{0.2}{\sqrt{16}}\right) =$$

$$3.6 \pm 0.4968 =$$

$$3.1032 \leq \mu \leq 4.0968$$

Tabla 25. Fluencia para muestra patrón y con porcentaje de filamentos de acero.

		Estadísticas de muestras emparejadas			Media de error
		Media	N	Desv. estándar	estándar
Par 1	Mezcla Asfáltica Patrón	3.6333	3	.05774	.03333
	C.A. 5.5%				
	C.A. - Flujo 5%	3.6000	3	.20000	.11547
Par 2	Mezcla Asfáltica Patrón	3.6333	3	.05774	.03333
	C.A. 5.5%				
	C.A. - Flujo 10%	3.7667	3	.05774	.03333
Par 3	Mezcla Asfáltica Patrón	3.6333	3	.05774	.03333
	C.A. 5.5%				
	C.A. - Flujo 12%	3.9333	3	.23094	.13333

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Tabla 26. Prueba de fluencia para muestra patrón y con porcentaje de filamentos de acero.

		Prueba de muestras emparejadas					Signific		
		Diferencias emparejadas			t	gl	ación		
				95% de intervalo de confianza de la diferencia					
		Media	Desv. estándar	Media de error	Inferior	Superior		P de un factor	
Par 1	Mezcla Asfáltica Patrón	.03333	.15275	.08819	-.34612	.41279	.378	2	.371
	C.A. 5.5%								
	- C.A. - Flujo 5%								
Par 2	Mezcla Asfáltica Patrón	-	.05774	.03333	-.27676	.01009	-4.000	2	.029
	C.A. 5.5%	.13333							
	- C.A. - Flujo 10%								

Par	Mezcla	-	.17321	.10000	-.73027	.13027	-3.000	2	.048
3	Asfáltica	.30000							
	Patrón								
	C.A. 5.5%								
	- C.A. -								
	Flujo 12%								

Fuente: IBM SPSS Versión 26

- **Hipótesis Especifica 03:**

- La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la flexión de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

H0: La incorporación de fibras de acero, No Mejora las propiedades de flexion de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

H1: La incorporación de fibras de acero, Si Mejora las propiedades de flexion de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

En la Tabla 24, apreciamos los grados de libertad (gl) = 15 y 03 valores para “p”, los cuales deberán ser menores a 0.05 ($p < 0.05$), obteniendo como resultado $p=0.06$, $p=0.03$ y $p=0.018$, al diseño de mezcla asfáltica patrón incorporándole fibra de acero con 5%, 10% y 12% respectivamente. Entonces se rechaza la H0 Hipótesis Nula H0: La incorporación de fibras de acero, No Mejora las propiedades de flexion de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett. Y se acepta la Hipótesis Alterna H1: La incorporación de fibras de acero, Si Mejora las propiedades de flexion de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.

Flexion de la mezcla asfáltica patrón e incorporación de fibra de acero 5%, 10% y 12%

$$T_{experimental} 5\% = \bar{x} \pm t\left(\frac{\alpha}{2}; n - 1\right) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Dato } 1 - \alpha = 0.95 \rightarrow 1 - 0.95 = \alpha \rightarrow 0.05 = \alpha$$

$$0.05 = \alpha \text{ por lo tanto } \frac{\alpha}{2} = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

$$T_{experimental} = 1398.9375 \pm t(0.025 ; 15) \left(\frac{1098.06}{\sqrt{16}} \right) =$$

$$T_{experimental} = 1398.9375 \pm t(2.1315) \left(\frac{1098.06}{\sqrt{16}} \right) =$$

$$1398.9375 \pm 585.1201 =$$

$$813.8174 \leq \mu \leq 1984.0576$$

Tabla 27. Flexion para muestra patrón y con porcentaje de fibra de acero.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5%	1182.3750	16	974.58209	243.64552
	Flexion 5% Fibra de Acero	1398.9375	16	1098.06973	274.51743
Par 2	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5%	1182.3750	16	974.58209	243.64552
	Flexion 10% Fibra de Acero	1694.5625	16	1357.89072	339.47268
Par 3	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5%	1182.3750	16	974.58209	243.64552
	Flexion 12% Fibra de Acero	2028.1875	16	1678.24715	419.56179

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Tabla 28. Prueba de Flexion para muestra patrón y porcentaje de filamentos de acero.

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas					t	gl	Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
					Inferior	Superior	P de un factor			
Par 1	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5% - Flexion 5% Fibra de Acero	-216.56250	531.49086	132.87271	-499.77399	66.64899	-1.630	15	.062	

Par 2	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5% - Flexión 10% Fibra de Acero	-512.18750	1006.39417	251.59854	-1048.45710	24.08210	-2.036	15	.030
Par 3	Mezcla Asfáltica Patrón C.A. 5.5% - Flexión 12% Fibra de Acero	-845.81250	1463.84950	365.96238	-1625.84284	-65.78216	-2.311	15	.018

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Hipótesis General

- La incorporación de fibras de acero, mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett

H0: La incorporación de fibras de acero, No mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett.

H1: La incorporación de fibras de acero, Si mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett.

En la Tabla 22, apreciamos los grados de libertad (gl) = 15 y valores para “p”, los cuales deberán ser menores a 0.05 ($p < 0.05$), obteniendo como resultado $p=0.018$, al diseño de mezcla asfáltica patrón incorporándole 10% de fibra de acero. Entonces se rechaza la H0 Hipótesis Nula H0: La incorporación de fibras de acero, No mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett. Y se acepta la Hipótesis Alternativa H1: La incorporación de fibras de acero, Si mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett.

Auto reparación de la mezcla asfáltica patrón e incorporación de fibra de acero 5%, 10% y 12%

$$T_{experimental} = \bar{x} \pm t\left(\frac{\alpha}{2}; n - 1\right) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$Dato \quad 1 - \alpha = 0.95 \quad \rightarrow 1 - 0.95 = \alpha \rightarrow 0.05 = \alpha$$

$$0.05 = \alpha \quad \text{por lo tanto} \quad \frac{\alpha}{2} = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

$$T_{experimental} = 21.0053 \pm t(0.025; 15) \left(\frac{17.59}{\sqrt{16}}\right) =$$

$$T_{experimental} = 21.0053 \pm t(2.1315) \left(\frac{17.59}{\sqrt{16}}\right) =$$

$$21.0053 \pm 9.3743 =$$

$$11.6310 \leq \mu \leq 30.3796$$

Tabla 29. Auto reparación en muestra estándar y con porcentaje de filamento de acero.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Autoreparacion Mezcla Asfáltica patrón	18.6972	16	18.26830	4.56707
	Autoreparacion 5% Acero	21.0053	16	17.59235	4.39809
Par 2	Autoreparacion Mezcla Asfáltica patrón	18.6972	16	18.26830	4.56707
	Autoreparacion 10 % Acero	18.2594	16	19.72130	4.93033
Par 3	Autoreparacion Mezcla Asfáltica patrón	18.6972	16	18.26830	4.56707
	Autoreparacion 12% Acero	19.0119	16	17.77372	4.44343

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Tabla 30. Prueba de Auto Reparación en muestra patrón y porcentaje de filamento de acero.

Prueba de muestras emparejadas			
Diferencias emparejadas	t	gl	Significación

		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		P de un factor		
					Inferior	Superior			
Par 1	Autoreparacio n Mezcla Asfáltica patrón - Autoreparacio n 5% Acero	-2.30812	4.01031	1.00258	-4.44507	-.17118	-2.302	15	.018
Par 2	Autoreparacio n Mezcla Asfáltica patrón - Autoreparacio n 10 % Acero	.43781	3.18240	.79560	-1.25797	2.13359	.550	15	.295
Par 3	Autoreparacio n Mezcla Asfáltica patrón - Autoreparacio n 12% Acero	-.31469	5.16993	1.29248	-3.06955	2.44018	-.243	15	.405

Fuente: IBM SPSS Versión 26

CAPITULO VI

ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS

También, (MIRANDA Centeno, y otros, 2019), su tesis es similar al nuestro sostiene que el propósito del estudio es presentar reforzado con filamentos de acero como solución constructiva alternativa superficie dura de la carretera. La nuestra como influye la incorporación de filamentos de acero en el desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las avenidas de Elmer Faucett. Mejoro las cualidades de los pavimentos rígidos frente a situaciones como la fuerza del medio ambiente, lluvias etc., optimizo costos, mejoro la calidad y optimizo materiales para mejorar la sostenibilidad ambiental y social.

Asimismo, (DE LA CRUZ Bazan, y otros, 2015), Apoya la evaluación del desempeño de las mezclas asfálticas empleando la metodología Marshall y el ensayo de neumáticos cargados de Hamburgo para la rehabilitación de la carretera DV Imperial-Pampas. En nuestro trabajo, también aplicamos la metodología Marshall para 5% de acero, 10% de acero y 12% de acero, que es nuestro caso en relación a la Muestra Estándar. Además, mejoramos la granulometría AASHTO para dichos diseños de mezcla asfáltica y aumentamos sustancialmente el porcentaje de concreto asfáltico.

Para (MOJTABA, y otros, 2022), tiene como objetivo que la puzolana natural con el acero son propiedades físicas y químicas adecuadas para reemplazar una parte de cemento de hormigón, seguido de la investigación de sus propiedades de ingeniería. Los resultados mostraron que el concreto puzolánico que contiene

acero fibras tiene más resistencia a la compresión en comparación con otros especímenes. Es similar a nuestro trabajo de investigación. El estudio planteó como primera tarea específica desarrollar una mezcla estándar según el método Marshall, también lo hicimos en nuestras investigaciones

CONCLUSIONES

1. En cuanto al diseño de mezclas asfálticas en caliente el óptimo es de 5.5% y se le añadirá de 5% de fibra de acero ya que se consigue el objetivo que es alcanzar el mayor porcentaje de auto reparación (28.007%), de las mezclas asfálticas en caliente y aumentar el rendimiento de la misma con valores de 1158kgf para la estabilidad, 3.6mm en la fluencia y 1398.9375N en la flexión.
2. Al realizar los ensayos de estabilidad de las mezclas asfálticas estándar nos arrojó un valor de 1131kgf, y cuando se le incorporo fibras de acero en tres porcentajes distintos nos dio valores de 5% = 1158kgf, 10%=1152kgf y 12%=1183kgf, concluyendo que la estabilidad si influye cuando se le añade filamentos de acero a las mezclas asfálticas patrón.
3. Al obtener los ensayos de fluencia en la mezcla asfáltica patrón nos arrojó un valor de 3.6mm, y cuando se le incorporo fibras de acero en tres porcentajes distintos nos dio valores de 5% = 3.6mm, 10%=3.8mm y 12%=3.9mm, dichos resultados se contrastaron bajo la prueba de T Student, concluyendo que la añadidura de fibra de acero en 10% y 12%, si influye sobre la mezcla asfáltica patrón.
4. Para hallar la flexión en la mezcla asfáltica patrón tuvimos que someter la muestra a una carga máxima de que nos arrojó un valor promedio de 1182.375N y cuando se le incorporo fibras de acero en tres porcentajes distintos nos dio valores de 5%= 1398.9375N, 10%=1694.5625N y 12%=2028.1875N, dichos resultados se contrastaron bajo la prueba de T Student, concluyendo que la añadidura de fibra de acero, si influye sobre la mezcla asfáltica patrón.
5. Para obtener el porcentaje óptimo de auto reparación a la mezcla asfáltica patrón tuvimos que incorporarle fibra de acero y llevarla a rotura para luego en un horno de microondas se le induzca calor por medio de inducción, las muestras extraídas presentaron mejora en su auto reparación con valores promedios de 5%= 28.007%, 10%=45.2316% y 12%=24.2509%, dichos resultados se contrastaron bajo la prueba de T Student, concluyendo que la añadidura de fibra de acero, si influye en su auto reparación sobre la mezcla asfáltica patrón.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr un óptimo contenido de asfalto en nuestra mezcla Patrón, es recomendable realizar un control de calidad de los agregados y evaluar la granulometría que cumpla con los requisitos de composición de la mezcla asfáltica (mac2).
2. Tomando como base los resultados de este trabajo, recomendamos seguir incluyendo fibra de acero, limaduras de acero o escorias en futuros estudios de composición de mezclas asfálticas, ya que su inclusión puede permitirnos optimizar materiales principalmente para mejorar la auto reparación de las mezclas asfálticas.
3. A la mezcla asfáltica convencional. Recomendamos aumentar el tiempo de inducción de calor de las muestras semicirculares modificadas para analizar su cambio inicial en la fuerza máxima y su fuerza máxima de autocuración.
4. Finalmente se recomienda seguir realizando estos tipos de ensayos a la mezcla asfáltica en caliente para poder obtener valores más deseables tanto en auto reparación como en deformación, aplicando siempre lo establecido en la EG-2013 para estar dentro de los parámetros establecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADITIVOS z. *Fibra Metalicas Z para refuerzo de Cemento.* [trad.] Z-Aditivos. Puente Piedra : s.n., 2022. pág. 2022.

ANBSHULA, Sarma y HRITICKB, Shama. *Evaluation of Variation in Parameters of Reinforced Concrete with the Incorporation of Alccofine-1203 and Crimped Steel Fibres.* [. Hamirpur, : Lecture Notes in Civil Engineering, 2022. Vols. Volume 269, Pages 107 - 1212023 2nd International Conference on Materials,. ISSN 23662557.

ASPHALT Association of Michigan. *The Asphalt Pavement Association of Michigan and The Michigan Department of Transportation.* Michigan : s.n., 2023.

AVELLAN Cruz, Martha Dina. *Asfaltos Modificados con Polimeros.* s.l. : Universidad San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria, 2007. pág. 162.

AVELLAN Cruz, Martha dina. *Asfaltos modificados con Polimero.* 2007. pág. 162.

BRAVOS Fiallos, CORDOVA Unda y Martin, Josue. *Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas entre mezcla asfáltica en caliente "autorreparable"(con lana de acero) y mezcla asfáltica en caliente convencional.* 2017.

CARHUAPOMA Carlo, Wilmer Raphael. *"Efecto de las Fibras de polipropileno para concretos de resistencias a la Comprension de 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, elaborados con de la Cantera de Cochamarca Pasco .* Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion Faculta de Ingenieria Civil, 2019. pág. 151.

COLL, Juan Carlos. 2017

DE LA CRUZ Bazan, Paulino y PORRAS Zavala, Mario. *Evaluacion de desempeño de mezclas asfalticas en caliente diseñadas por la metodologia Marshall con el ensayo de la rueda cargada de hamburgo para el proyecto de rehabilitacion de la carretera DV Imperial-Pampas.* Lima : Universidad Ricardo Palma Facultad de Ingenieria Civil, 2015. pág. 207.

DELGADO Alamilla, Horacio. *Diseño de mezclas asfálticas densas en caliente en función del nivel de Transito.* 2020.

FIALLOS Bravo, Josue Martin y UNDA Cordova, Luis Guillermo. *Analisis Comparativo de propiedades características mecanicas entre Mezclas Asfalticas en caliente Autoreparable Con lana de acero y mezclas asfalticas en caliente convencional.* Quito : Pontificie Universidad Catolica de Ecuador Facultad de Ingenieria Civil, 2018.

GARNICA Anguas, Paul, GOMEZ Lopez, Jose Antonio y SESMA martinez, Jesus Armando. *Mecanica de Materiales.* [ed.] Secretaria de Comunicaciones y Transporte. Sanfandila Qro : Instituto Mexicano de Transporte, 2002. pág. 234 pag. ISSN 0188-7297.

GONZALES Alvaro, SCHLANGEN Shlangen y NORAMBUENA Contreras, Jose. *Pavimentos Asfálticos Autorreparables con Materiales Reciclados Mediante Calentamiento por Microondas.* 2018.

GUZMAN Hidalgo, Carlos Miguel y Garate Labajos , Melissa . *Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto.* Lima : Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Civil, 2019. pág. 146.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación.* Lima : MCGRAW-HILL, 2014. pág. 632. 9684229313.

HINOSTROZA Molina, Hinosgar A. *Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento.* Huamanga-Ayacucho : Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, 2018.

GARCIA, Alvaro. *Influencia de las Fibras de Lana de Acero en las Propiedades Mecánicas, Térmicas y de Curación del Concreto Asfáltico Denso.* USA : s.n., 2014, Vol. 42.

INSTITUTO Chileno. *Instituto Chileno del Asfalto (s.f.). Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente.* Santiago : Instituto Mexicano de Transporte, 2018. pág. 234 pag. ISSN 0188-7297.

LEYTON De la Cruz, Andre Felipe, CORREDOR Orduz, Ricardo Ivan y RONDON Quintana, Hugo Alexander. *Estudio del comportamiento de una mezcla densa en caliente (MDC- 1) elaborada con asfalto modificado con desechos de polipropileno (PP).* 2006.

LOZADA Vergara, Janyn CORY y VELASQUEZ Aguirre, Jorge Luis. *Estudio de mezclas asfálticas modificadas con la melazaresidual de la caña de azúcar, Chimbote 2022.* Chimbote : Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Civil, 2022. pág. 130.

Maceda León, Rodolfo Faustino y Samillan Gonzales, José Modesto. *Incorporación de fibras de acero en el concreto estructural $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para incrementar su resistencia mecánica, la Victoria, Chiclayo, Lambayeque, 2021.* Chiclayo : Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería Civil, 2021. pág. 115.

MAILA, M. y AVILA, Anibal. *Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero.* Quito : Universidad Central de Ecuador, 2013.

MCDANIEL, R.S y THORNTON, William. *Field evaluation of a porous friction course for noise control. En Proceedings of the Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, USA.* USA : s.n., 2005.

Minaya Gonzales, Silene y Ordoñez Huaman, Abel. *Manual de laboratorio ensayos para pavimentos.* s.l. : Universidad nacional de Ingeniería, 2001. pág. 106.

MIRANDA Centeno, Cristian Arturo y RADO Moreno, Marco Eduardo. *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de*

pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Apurimac : repositorio Academico UPC., 2019. pág. 171.

MOJTABA, Rangrazian, y otros. *Investigaciones experimentales sobre las propiedades ingenieriles del hormigón puzolánico reforzado con fibras y la reducción de emisiones de CO 2 : Un estudio de caso sobre puzolana mineral local*. Khorramabad, : Materials Today Communications, 2022. Vol. Volumen 34Marzo 2023 Número de artículo105129. ISSN 23524928.

MONSALVE Escobar, Lina Mercedes, GIRALDO Vasquez, Laura Cristina y MAYA Gaviria, Jessyca. *Diseño de pavimento flexible y rígido*. Armenia : Universidad de Quindío Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

MURILLO, Javier. *Educacion 33*. San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica : s.n., 2009.

ORTIZ Falcon, Edwin Antonio y ZAPATA Saavedra, Lenin Jean Pierre. *Determinar Causas y Nivel de Deterioro del Pavimento Flexible de la Calle Pariñas del AA.HH 9 de octubre, Provincia de Sullana, Departamento de Piura*. Piura : Universidad Nacional de Piura, 2022. pág. 76.

PADILLA RODRIGUEZ, Alejandro. *Analisis de la resistencia a las deformaciones plasticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. Mexico : s.n., 2004.

PHAN Tam, PARK Dae y LE Tri. *Crack healing performance of hot mix asphalt containing steel slag by microwaves healing*. 2021. págs. Pages 503-511. Vols. Volume 180, 20 August 2018, .

QUANTAO, Liu, y otros. *Heating Characteristics and Induced Healing Efficiencies of Asphalt Mixture via Induction and Microwave Heating*. State Key Laboratory of Silicate Materials for Architectures. Wuhan : Materlals, 2018. Vols. Volume 11, Issue 629 May 2018 Article number 913. ISSN 19961944.

RODRIGUEZ, V.F. *Analisis de pavimentos Asfáltico*. s.l. : Universidad Austral de Chile Vol 6, 2008. pág. 86.

RUIZHE, Shao, y otros. *Mechanical behaviour and environmental benefit of eco-friendly steel fibre-reinforced dry UHPC incorporating high-volume fly ash and crumb rubber*. [ed.] ISSN 23527102. April 2023 Article number 105747. Tianjin : Journal of Building Engineering, 2022. Vol. Volume 6515. ISSN 23527102.

TABAKOVIC, Amir y SCHLAGEN, Erick. *Self-healing technology for asphalt pavement*. s.l. : Auto reparacion Material, 2015. págs. 285-306.

VALDEZ, Gonzalo, BOTELLA, R. y PEREZ Jimenez, F. *Ensayo Fénix, una nueva Metodología para medir la resistencia a la fisuración en mezclas asfálticas*. Barcelona : Pontificie Universidad Catolica de Chile, 2009. Vols. vol. 8, núm. 1, p 114-125.

VILA Cortavitarte, Marta, y otros. *Self-healing capacity of asphalt mixtures including by-products both as aggregates and heating inductors.* [ed.] Universidad de Cantabria. Santander : Materials, 2018. pág. 14 pag. ISSN 19961944.

WISE. *Características de las Mezclas Asfálticas en Frio y Caliente.* Instituto Mexicano del Transporte. s.l. : Revista Científica, 2021.

WHITE , Sr., y otros. *Autonomic healing of polymer composites.* 2001. págs. pp 794-797. Vol. Vol. 409:.

ANEXOS

- **Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES			TECNICAS E INSTRUMENTOS	POBLACION Y MUESTRA	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores			
¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?	Demostrar la influencia de la incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezclas asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett	La incorporación de fibras de acero, mejora las propiedades de la mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett	Incorporación de fibras de acero	Desempeño de mezcla asfáltica con 5%, 10% y 12% de fibra de acero	Cantidad de fibras de acero adicionada 5%, 10% y 12% de fibra de acero	<p>Técnicas</p> <p>Se realizarán diferentes ensayos en laboratorio: Ensayo Físicos y Químicos, Ensayos Marshall</p>	<p>Población</p> <p>La población futura para la presente tesis estará dada por los pavimentos con mezcla asfáltica auto reparable incorporándole fibra de acero en las vías de Elmer Faucett</p>	<p><u>Nivel de Investigación:</u></p> <p>Investigación Aplicada</p> <p><u>Diseño de investigación</u></p> <p>Tipo Experimental Correlacional</p>
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificas	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores			
¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la estabilidad del desempeño de	Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la	La incorporación de fibras de acero influye significativamente en a la estabilidad de la mezcla	Desempeño de Mezcla Asfáltica auto reparable	Estabilidad	Ensayo Marshall			
				Fluencia		Instrumento	Muestra	

mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?	estabilidad del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett	asfáltica en las vías de Elmer Faucett.						
¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la fluencia del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett?	Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la fluencia del desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett	La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la fluencia de la mezcla asfáltica en las vías de Elmer Faucett.					El estudio de la presente investigación abarca el diseño de una mezcla asfáltica auto reparable mediante inducción de calor, para esto se añadirá fibras de acero, luego se ensayará briquetas para 3 tipos de combinaciones de fibra de	<u>Tipo de Investigación:</u> Aplicada
¿De qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la flexión del desempeño de mezcla asfáltica	Demostrar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero en la flexión del	La incorporación de fibras de acero influye significativamente en la flexión de la mezcla asfáltica en	Flexión	Ensayo de flexión de tres puntos	Se hará una recopilación de datos extraídos de las hojas de cálculo (Excel) del propio laboratorio			

<p>auto reparable en las vías de Elmer Faucett?</p>	<p>desempeño de mezcla asfáltica auto reparable en las vías de Elmer Faucett</p>	<p>las vías de Elmer Faucett.</p>					<p>acero, en diferentes cantidades y porcentajes respecto al total de agregados.</p>	
---	--	-----------------------------------	--	--	--	--	--	--

- **Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	
			RECOJO DE DATOS	MEDICION
Variable Independiente: Incorporación de Fibras de Acero	Desempeño de mezcla asfáltica con 5%, 10% y 12% de fibra de acero	cantidad de fibras de acero adicionada	Formato de Laboratorio	Balanza
Variable Dependiente: Desempeño de Mezcla Asfáltica Auto Reparable	Estabilidad	Ensayo Marshall	Formato de Laboratorio	Equipo Marshall
	Fluencia		Formato de Laboratorio	
	Flexion	Ensayo de flexion de tres puntos	Formato de Laboratorio	Equipo Zwick Roell

- **Matriz de operacionalización del instrumento**

ENSAYOS	INSTRUMENTOS	INDICADORES	
Físicos y Químicos	Ensayos de laboratorio Hojas de Excel	Análisis Granulométrico	MTC E 204
		Abrasión Los Ángeles	MTC E 207
		Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209
		Caras Fracturadas	MTC E 210
		Sales Solubles Totales	MTC E 209
		Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791
		Equivalente de Arena	MTC E 114
		Angularidad del agregado fino	MTC E 222
		Azul de metileno	AASTHO TP 57
		Índice de plasticidad malla N°40 y 200°	MTC E 111
		Peso específico y absorción	MTC E 205
		Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209
Ensayo Marshall	Ensayos de laboratorio	SPSS VERSION 26	
	Hojas de cálculo Excel		
Ensayo de Flexion	Ensayos de laboratorio	SPSS VERSION 26	
	Hojas de cálculo Excel		

- Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

CONSULTORES DEL SUR. G.L.A		LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE							
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515									
SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpitaz hernandez	Reg. N°	: CDSGLAR-001						
PROYECTO	: Incorporación de fibra de acero en el desarrollo de masas asfálticas interpermeables en las vías de Elmasar ficot	DISEÑO N°	: D-001						
LUGAR	: Lima	TEC. LAB	: G.Q.M						
MATERIAL	: Diseño de masas asfálticas en caliente	ING° RESP.	: P.F.L						
PLANT. DE ASFALTO	: Consultores del Sur G.L.A	FECHA	: 21/11/2023						
UBICACIÓN	: Chíncha Ica	Carril	: Derecho						
COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE									
TAMIZEZ	Fajas por agregados a intervenir					Mezcla MAC			Chapero
	TOLVA 1	TOLVA 2	TOLVA 3	Tolva 2		Comb. Teórica (% que pasa)	Específ. ASTM D 3515		
	Arena Chm. Conters -3/16"		Grava Chm. Cont. 3/4" a 1/2"	Gravilla Chancada - 1/2 a 1/4"	Col filler				
	40.0%	0.0%	15.0%	43.0%	2.0%				
11/2"	38.100					100.0			
1	25.400		100			100.0			
3/4"	19.050	100.0	100	100.0	100.0	100.0	100	100	ok
1/2"	12.700	100.0	32.6	100.0	100.0	89.9	90	100	!!!
3/8"	9.525	100.0	15.3	94.3	100.0	84.8			
# 4	4.750	98.0	0.2	40.2	100.0	58.5	44	74	ok
# 8	2.360	82.4	0.0	3.6	0.0	34.5	28	58	ok
# 10	2.000	78.5	0.0	1.9	0.0	32.2			
# 16	1.180			0.0	0.0				
# 30	0.600	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
# 40	0.420	31.2	0.2	0.0	0.0	12.5			
# 50	0.300	23.7	0.0	0.0	96.6	11.4	5	21	ok
# 80	0.177	15.8	0.0	0.0	0.0	6.3			
# 100	0.150	0.0	0.0	0.0	99.8	2.0			
# 200	0.075	8.0	0.0	0.0	84.7	4.9	1	10	ok
				0.0					

REPRESENTACIÓN GRÁFICA	
	<p>Definido por el TAMIZ N° 4 Grava: 41.5 Arena: 58.5 Total de Agregados: 100.0</p>



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E - 107 - ASTM D 422 - AASHTO T 88

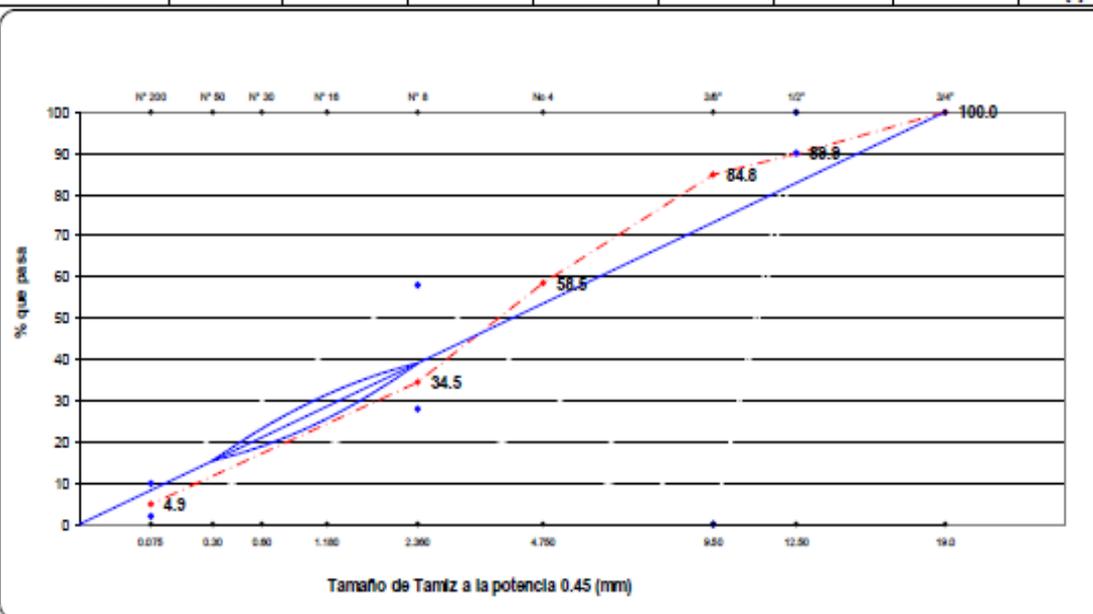
CURVA SUPER PAVE TEORICA

DATOS DE LA MUESTRA

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpeza Hernandez	Reg. N°	CDSGLAR-001
OBRA	: Incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autoreparables en las vías de Elmer facet	DISEÑO N°	D-001
LUGAR	: Lima	TEC. LAB	G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	P.F.L.
PLANT. DE ASFALTO	: Consultores del Sur G.L.A	FECHA	21/11/2023
UBICACIÓN	: Chircho Ica	CARRIL	Derecho

Graduación Superpave para Agregado de tamaño máximo nominal de 12.5 mm

Tamices			Puntos de Control		Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia
ASTM	mm	$\bar{X}^{0.45}$			Min.	Max.		
1"	25.40	4.287					100.0	
3/4"	19.00	3.762	100.0	100.0			100.0	
1/2"	12.50	3.116	90.0	100.0			89.9	
3/8"	9.500	2.754					84.8	
n° 4	4.750	2.016					58.5	[6]
n° 8	2.360	1.472	28.0	38.0	39.1	39.1	34.5	[6]
n° 10	2.00	1.366					32.2	
n° 16	1.180	1.077			25.6	31.6	0.0	
n° 30	0.600	0.795			19.1	23.1	0.0	[4]
n° 40	0.420	0.677					12.5	
n° 50	0.300	0.582			15.5	15.5	11.4	[3]
n° 80	0.177	0.459					6.3	
n° 100	0.150	0.426					2.0	
n° 200	0.075	0.312	2.0	10.0			4.9	[2]





CONSULTORES DEL SUR. S.A

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

COPROBACIÓN FÍSICA DE LA COMBINACIÓN TEÓRICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

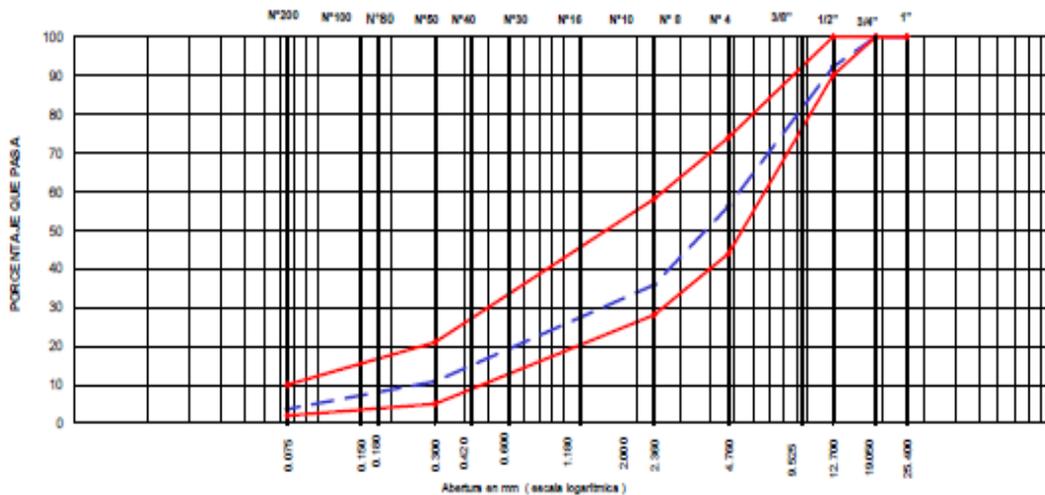
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D-3515

SOLICITA	: Bachiler Gustavo Chumpiz Jimenez	Reg. N°	: CDSOLA8-001
OBRA	: Incorporación de fibras de acero en el desarrollo de mezclas asfálticas autorresistentes en las vías de Elmer facit	DISEÑO N°	: D-001
LUGAR	: Lima	TIC. LAB	: O.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L.
PLANT. DE ASFALTO	: Consultores del Sur S.L.A	FECHA	: 21/11/2023
UBICACIÓN	: Chíncha Ica	CARRIL	: Derecho

RESULTADO DE LA COMBINACIÓN FÍSICA

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PISO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. ASTM D 3515	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
3"	76.200					UBICACIÓN :		
2 1/2"	63.500					UBERA :		
2"	50.800					PISO INICIAL 6500.0 gr		
1 1/2"	38.100					Peso de fracción 969.0 gr		
1"	25.400					Humedad Natural 0.9 %		
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	100 - 100		
1/2"	12.700	506.0	7.8	7.8	92.2	90 - 100		
3/8"	9.525	389.0	6.0	13.8	86.2	Proporciones		
N°4	4.750	1953.0	30.0	43.8	56.2	Arenas Chan. Cariera <3/16" 40.0% % Toba 2		
N°8	2.360	351.6	20.4	64.2	35.8	Arenas Nat. Cariera Los Ovarangos II 0.0% %		
N°10	2.000	34.4	2.0	66.2	33.8	Grava Chan. Car. 3/4" a 1/2" 15.0% %		
N°16	1.180					Gravilla Chancada < 1/2 a 1/4" 43.0% % Toba 1		
N°30	0.600	0.0	0.0	66.2	33.8	Cal filler 2.0% %		
N°40	0.420	339.0	19.7	85.9	14.1	Total de agregados 100.0% %		
N°50	0.300	56.6	3.3	89.2	10.8	Definido por el TAMIZ N° 4 tenemos:		
N°80	0.177	59.4	3.4	92.6	7.4	Agregado Grueso 43.8 %		
N°100	0.150	0.0	0.0	92.6	7.4	Agregado Fino 52.5 %		
N°200	0.075	64.6	3.7	96.3	3.7	Relleno Mineral 3.7 %		
< 200	-	63.4	3.7	100		OBS- Filler C		
						Humedad de Mezcla (%) 0.05		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA COMBINACIÓN FÍSICA



OBSERVACIONES:



CONSULTORES DEL SUR. S.A

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E - 107 - ASTM D 422 - AASHTO T 88

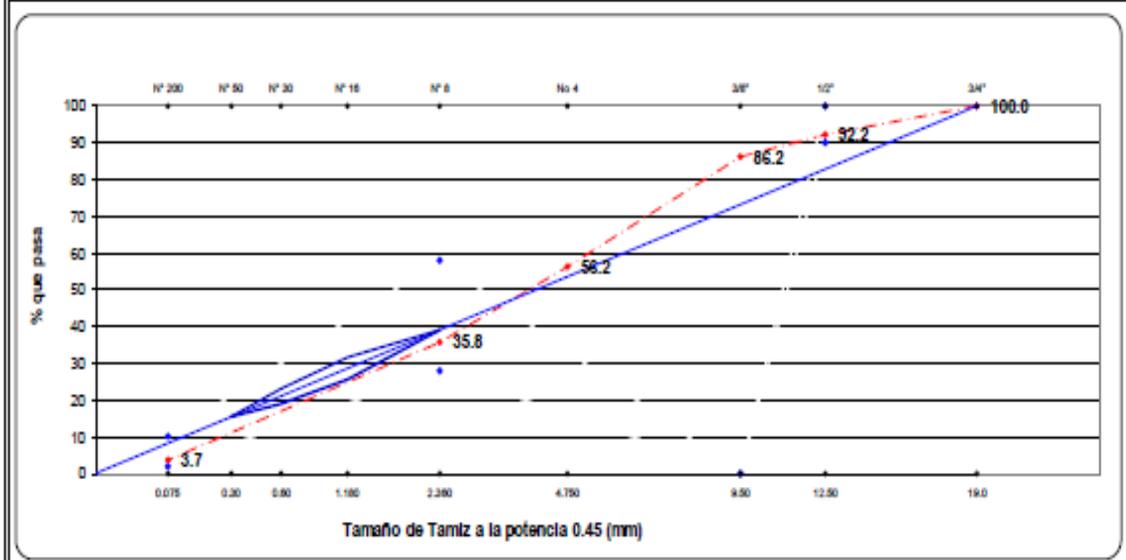
CURVA SUPERPAVE

FÍSICA

DATOS DE LA MUESTRA

SOLICITAS	: Bachiler Gustavo Champuz Hernandez	Reg. N°	CD6GLAR-001
OBRA	: Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autorregulables en los vías de Elmer facet	DISEÑO N°	D-001
LUGAR	: Lima	TEC. LAB	G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	P.F.L
PLANT. DE ASFALTO	: Consultores del Sur G.L.A	FECHA	21/11/2023
UBICACIÓN	: Chólca lca	CARRIL	Derecho
Gradación Superpave para Agregado de tamaño máximo nominal de			12.5 mm

Tamices			Puntos de Control		Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia
ASTM	mm	AE 0.45			Min.	Max.		
2	50.000	5.815					100.0	
1 1/2"	37.500	5.109					100.0	
1"	25.00	4.257					100.0	
3/4"	19.00	3.782	100.0	100.0			100.0	
1/2"	12.50	3.116	90.0	100.0			92.2	
3/8"	9.500	2.754					86.2	
n° 4	4.750	2.016					56.2	[6]
n° 8	2.360	1.472	28.0	58.0	39.1	39.1	35.8	[6]
n° 10	2.000	1.366					33.8	
n° 16	1.180	1.077			25.6	31.6	33.8	
n° 30	0.600	0.795			19.1	23.1	33.8	[4]
n° 40	0.420	0.677					14.1	
n° 50	0.300	0.582			15.5	15.5	10.8	[3]
n° 80	0.177	0.439					7.4	
n° 100	0.150	0.426					7.4	
n° 200	0.075	0.312	2.0	10.0			3.7	[2]



	EQUIVALENTE DE ARENA	VERSIÓN 01	FECHA DE APROBACIÓN 16.Jun.19		
		FT-CCAP-07			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176					
SOLICITA : Bachiller Gustavo Chumpitaz hernandez OBRA : Incorporacion de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfáltica autoreparables en las vías de Elemer fucett LUGAR : Lima MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente MUESTRA : Consultores del Sur G.L.A CANTERA : Chincha Ica UBICACIÓN : Pueblo Nuevo	REGISTRO : CDSGLA-001 N° ENSAYO : 1 TÉCNICO : G.Q.M. ING° RESP. : P.F.L HECHO POR : A.Q.Y FECHA : 20/11/2022 CARRIL :				
MUESTRA Chincha Ica		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		11:29	11:27	11:29	
Hora de salida de saturación (más 10')		11:35	11:37	11:39	
Hora de entrada a decantación		11:37	11:39	11:41	
Hora de salida de decantación (más 20')		11:57	11:59	12:01	
Altura máxima de material fino	cm	6.50	6.80	6.70	
Altura máxima de la arena	cm	4.40	4.50	4.50	
Equivalente de arena	%	68	67	68	
Equivalente de arena promedio	%	67.7			
Resultado equivalente de arena	%	68			
Observaciones:					
Mezclas de Arenas					
Arena Chancada Giorfino < 1/4" 49.0 %					



DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO

VERSIÓN
01

FECHA DE
APROBACIÓN
16.Jun.19

FT-CCAP-17

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

SOLICITA	: Bachiler Gustavo Champiza Hernandez	REGISTRO	001/1900
OBRA	: Incorporación de fibra de acero en el desempeño de masas asfálticas autorreparables en las vías de Elmasar ficent	N° ENSAYO	1
LUGAR	: Lima	TÉCNICO	G.Q.M.
MATERIAL	: Arena Natural para asfalto < 3/8"	ING° RESP.	M.K.B
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	G.Q.M.
CANTERA	: Chincila Ica	FECHA	3/06/2015
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	0

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300							
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"		500±30							
3/4"	1/2"		670±10							
1/2"	3/8"		330±5							
3/8"	N° 4		300±5							
TOTALES										

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	N° 04	0.5	100	100	--	98.2	1.8	7.0	0.0	--
N° 04	N° 08	1.6	100	100	--	85.6	14.4	7.0	0.1	--
N° 08	N° 16	0.9	100	100	--	97.2	2.8	7.0	0.1	--
N° 16	N° 30	18.9	100	100	--	95.5	4.5	4.5	0.9	--
N° 30	N° 50	16.9	100	100	--	89.7	10.3	10.3	1.7	--
N° 50	N° 100	16.8	100	100	--	87.3	12.7	12.7	2.1	--
< N° 100		44.4								
TOTALES		100.0		600.0		553.5			4.93	

OBSERVACIONES:	Solución: Sulfato de Magnesio
	Mezclas de Arenas
	Arena Chancada Giorfino < 1/4" 49.0 %

	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS	VERSIÓN 01	FECHA DE APROBACIÓN 16.Jun.19	
		FT-CCAP-16		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
MTC 219 - 2000				
SOLICITA : Bachiller Gustavo Chumpitaz hernandez OBRA : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfáltica autoreparables en las vías de Elemer ficett LUGAR : Lima MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente MUESTRA : Consultores del Sur G.L.A CANTERA : Chincha Ica UBICACIÓN : Pueblo Nuevo	REGISTRO : CDSGLA-001 N° ENSAYO : 1 TÉCNICO : G.Q.M. ING° RESP. : P.F.L HECHO POR : A.Q.Y FECHA : 20/11/2022 CARRIL :			
AGREGADO FINO				
MUESTRA :	IDENTIFICACION			Promedio
ENSAYO N°	1		4	
(1) Peso muestra (gr)	165.20			
(2) Volumen agua (ml)	500.00			
(3) Volumen alcuota (ml)	50.00			
(4) Peso una cristalizada (gr)	0.01			
(5) Porcentaje de sales (%) $(100 \times ((3) \times (1) / ((4) \times (2))))$	0.061			0.061%
Observaciones :				
Mezclas de Arenas				
Arena Chancada Giorfino < 1/4" 49.0 %				



PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

VERSIÓN
01

FECHA DE
APROBACIÓN
16.Jun.19

FT-CCAP-14

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpitaz hernandez	REGISTRO	: CDSGLA-001
PROYECTO	: Incorporacion de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfáltica autoreparables en las vias de Elemer fucett	N° ENSAYO	: 1
TRAMO	: Lima	TÉCNICO	: G.Q.M
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L
MUESTRA	: Consultores del Sur G.L.A	HECHO POR	: G.Q.M
CANTERA	: Chíncha Ica	FECHA	: 20/11/2022
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	: Derecho

ASTM D 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
2 1/2" - 2"						
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	1200.0	18.9	1.6	7.0	11.0	
1/2" - 3/8"	300.0	27.3	9.1	9.5	86.5	
Peso Total (gr.)	1500	46.2		16.5	97.5	5.9

Observaciones:

	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS	VERSIÓN 01	FECHA DE APROBACIÓN 16 Jun.19					
		FT-CCAP-13						
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
SOLICITA : Bachiller Gustavo Chumpitaz Hernandez PROYECTO : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfáltica autoreparables en las vías de Elmer fucett TRAMO : Lima MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente MUESTRA : Consultores del Sur G.L.A CANTERA : Chíncha Ica UBICACIÓN : Pueblo Nuevo	REGISTRO : CDSGLA-001 N° ENSAYO : 1 TÉCNICO : G.Q.M. ING° RESP. : P.F.L HECHO POR : G.Q.M. FECHA : 20/11/2022 CARRIL : Derecho							
MTC E 210 - ASTM D 5821								
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS								
TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)/(D) (%)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ							
1 1/2"	1"				0.0	0.0		
1"	3/4"				0.0	0.0		
3/4"	1/2"	1200.0	1169.3	97.4	7.0	682.1		
1/2"	3/8"	300.0	299.2	99.7	9.5	947.5		
TOTAL		1500.0	1468.5		16.5	1629.6	98.8	
9876.1								
CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS								
TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)/(D) (%)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	1200.0	1057.3	88.1	7.0	616.8		
1/2"	3/8"	300.0	277.2	92.4	9.5	877.8		
TOTAL		1500.0	1334.5		16.5	1494.6	90.6	
OBSERVACIONES:								
<hr/> <hr/> <hr/>								



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS
ÁNGELES)

VERSIÓN
01

FECHA DE
APROBACIÓN
16.Jun.19

FT-CCAP-08

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpitaz Hernandez	REGISTRO	: CDSGLA-001
PROYECTO	: Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autorreparables en las vías de Elmer facett	N° ENSAYO	: 1
TRAMO	: Lima	TÉCNICO	: G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L
MUESTRA	: Consultores del Sur G.L.A	HECHO POR	: G.Q.M.
CANTERA	: Chíncha Ica	FECHA	: 20/11/2022
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	:

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla N° 12		3821.0		
(%) Que pasa en la malla N° 12		1179.0		
N° de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		23.6		

OBSERVACIONES :



DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO

VERSIÓN
01

FECHA DE
APROBACIÓN
16.Jun.19

FT-CCAP-17

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Churruarín hernandez	REGISTRO	: CDS/CLA-001
PROYECTO	: Incorporación de fibras de acero en el desapeño de mezclas asfálticas autoperforables en las vías de Elmer facet	N° ENSAYO	: 1
TRAMO	: Lima	TÉCNICO	: G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L.
MUESTRA	: Consultores del Sur G.L.A	HECHO POR	: G.Q.M.
CANTERA	: Chíncho Ica	FECHA	: 2011/2022
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	: Derecho

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción emayada (g)	N° de partículas	Peso ml. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		300±300							
2"	1 1/2"		200±200							
1 1/2"	1"		100±50							
1"	3/4"		50±30							
3/4"	1/2"	71.7	670±10	671.8		650.4	21.4	3.2	2.28	
1/2"	3/8"	21.8	330±5	331.7		315.6	16.1	4.9	1.06	
3/8"	N° 4	3.5	300±5	304.1		295.0	9.1	0.0	0.00	
TOTALES		97.1		1307.6		1261.0			3.34	

OBSERVACIONES: Solución Sulfato de magnesio

	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS	VERSIÓN 01	FECHA DE APROBACIÓN 16.Jun.19
		FT-CCAP-17	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
MTC 219 - 2000			
SOLICITA : Bachiller Gustavo Chumpiza hernandez PROYECTO : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autorreparables en las vías de Elsenar fucett TRAMO : Lima MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente MUESTRA : Consultores del Sur G.L.A. CANTERA : Chíncha Ica UBICACIÓN : Pueblo Nuevo	REGISTRO : CDSGLA-001 N° ENSAYO : 1 TÉCNICO : G.Q.M. ING° RESP. : P.F.L. HECHO POR : G.Q.M. FECHA : 20/11/2022 CARRIL : Derecho		
AGREGADO GRUESO			
MUESTRA :	IDENTIFICACION		
ENSAYO N°	1		promedio
(1) Peso muestra (g)	1015.80		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00		
(3) Volumen alícuota (ml)	100.00		
(4) Peso masa cristalizada (g)	0.12		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3)\pi(1)/(4)\pi(2)))$	0.039		0.039 %
Observaciones : _____ _____ _____ _____			

	ADEHERENCIA DEL AGREGADO GRUESO	VERSIÓN 01	FECHA DE APROBACIÓN 16.Jun.19												
		FT-CCAP-37													
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
ASTM D 1664															
SOLICITA : Bachiller Gustavo Clumpitaz hernandez PROYECTO : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autorreparables en las vías de Elmer ficetti TRAMO : Lima MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente MUESTRA : Consultores del Sur G.L.A CANTERA : Chíncha Ica UBICACIÓN : Pueblo Nuevo	N° REGISTRO : CDSGLA-001 TÉCNICO : 1 ING. RESP. : G.Q.M. FECHA : P.F.L HECHO POR : G.Q.M. DEL KM : 20/11/2022 CARRIL : Derecho														
DATOS DE LA MUESTRA															
Cantera : GIORFINO Material : MEZCLA															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Muestra</th> <th>% Adhesividad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>Sin aditivo</td> <td>96%</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				Material	Muestra	% Adhesividad	Agregado grueso	Sin aditivo	96%						
Material	Muestra	% Adhesividad													
Agregado grueso	Sin aditivo	96%													
Observaciones : <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>															



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

AZUL METILENO DE AGREGADOSFINO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

(NORMA AASHTO TP 57 NLT-171/ ENV E-235-07)

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Champitaz hernandez	Reg: N°	: 001
PROYECTO	: Incorporacion de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfáltica autoreparables en las vias de Elemer : fucett	N° ENSAYO	: 001
LUGAR	: Lima	TECNICO	: G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L
MUESTRA	: Consultores del Sur G.L.A	HECHO POR	: A.Q.Y.
CANTERA	: Chíncha Ica	FECHA	: 20/11/2022
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	:

VALOR DEL AZUL METILENO

C	Coconcentracion de la solucion del azul metileno (mg de azul por ml de solucion)	6	
V	ml de solucion de azul metileno requerida para prueba positiva (01.ml)	7	
w	muestra seca utilizado en el ensayo (0.01 gr)	9.5	
VA=	$\frac{C}{A} \iff VA = \frac{5 \times 8.0}{10} \iff VA =$	4.4	mg/g

OBSERVACIONES:

caracterizacion del agregado/Mezcla para diseño de Mezcla



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

VERSIÓN
01

FECHA DE APROBACIÓN
16.Jun.19

FT-CCAP-03

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

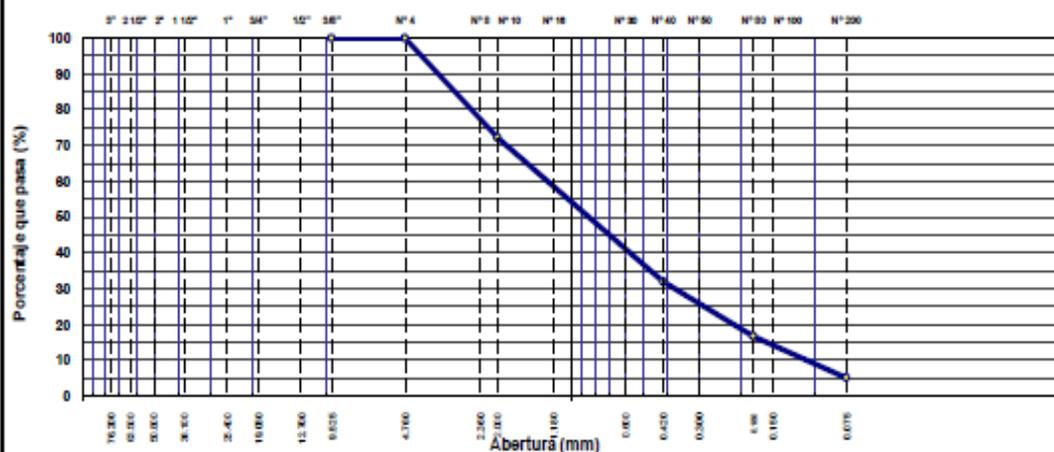
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

SOLICITA : Bachiller Gustavo Champiras hernandez
PROYECTO : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfáltica autoreparables en las vías de Elemer
 : fucett
LUGAR : Lima
MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente
MUESTRA : Consultores del Sur G.L.A
CANTERA : Chincha Ica
UBICACION : Pueblo Nuevo

REGISTRO : CDSGLA-001
N° ENSAYO : 001
TÉCNICO : G.Q.M.
ING° RESP. : P.F.L
HECHO POR : A.Q.Y
FECHA : 20/11/2022
CARRIL :

TAMIZ	ABRE. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = 673.1 g
6"	152.400						PESO LAVADO = 638.8 g
5"	127.000						PESO FINO = 673.1 g
4"	101.600						% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado 200%
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA = 2.15 %
3/8"	9.525				100.0		
# 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		
# 8	2.360	12.4					
# 10	2.000	174.9	26.0	27.8	72.2		
# 16	1.180						
# 30	0.600	0.0					
# 40	0.420	271.0	40.3	68.1	31.9		
# 50	0.300	15.9					OBSERVACIONES:
# 80	0.180	86.9	12.9	83.4	16.7		Mezclas de Arenas
# 100	0.150	23.2	3.4	86.8	13.2		Arena Chancada Girofino < 1/4" 49.0 %
# 200	0.075	54.5	8.1	94.9	5.1		
< # 200	FONDO	34.3	5.1	100.0	0.0		
FINO		673.1					
TOTAL		673.1					

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITES DE ATTERBERG

VERSIÓN
01

FECHA DE
APROBACIÓN
16.Jun.19

FT-CCAP-05

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 YT-96

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpitaz hernandez	REGISTRO	: CDSGLA-001
OBRA	: Incorporacion de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfaltica autoreparables en las vias de Elmer facett	N° ENSAYO	: 001
LUGAR	: Lima	TÉCNICO	: G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfaltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L
CALCATA	: N.A.	HECHO POR	: 20/11/2022
MUESTRA	: Consultores del Sur G.L.A	FECHA	: A.Q.Y
PROFUND.	: N.A.	CARRIL	: N.A.
CANTERA	: Chincha Ica	AL KM	: N.A.
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	: N.A.

LÍMITE LÍQUIDO TAMIZ N° 40

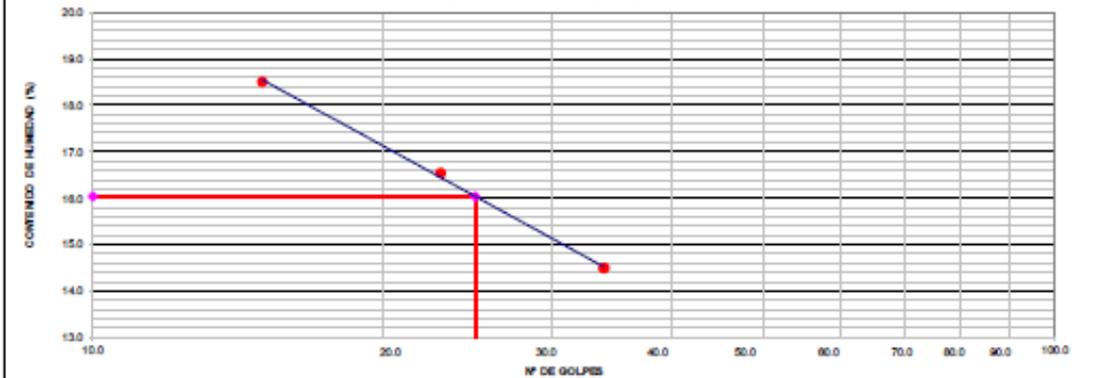
N°TARRO	9	11	7
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.34	45.65	47.21
TARRO + SUELO SECO	42.62	44.72	46.83
AGUA	0.72	0.93	1.18
PESO DEL TARRO	38.73	39.10	37.89
PESO DEL SUELO SECO	3.89	5.62	8.14
% DE HUMEDAD	18.51	16.55	14.50
N° DE GOLPES	15	23	34

LÍMITE PLÁSTICO

N°TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	16.04
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES
Mezcla de Arena:
Arena Chancada Giorfino < 1/4" 49.0 %



LÍMITES DE ATTERBERG

VERSIÓN
01

FECHA DE
APROBACIÓN
16 Jun. 19

FT-CCAP-05

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpitaz Hernandez	REGISTRO	: CDSGLA-001
OBRA	: Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autoseparables en las vías de Elmer facott	N° ENSAYO	: 001
LUGAR	: Lima	TECNICO	: G.Q.M.
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	ING° RESP.	: P.F.L
CALICATA	: N.A.	HECHO POR	: 20/11/2022
MUESTRA	: Consultores del Sur G.L.A.	FECHA	: A.Q.Y
PROFUND.	: N.A.	CARRIL	: N.A.
CANTERA	: Chíncha Ica	AL KM	: N.A.
UBICACIÓN	: Pueblo Nuevo	CARRIL	: N.A.

LÍMITE LÍQUIDO TAMIZ N° 200

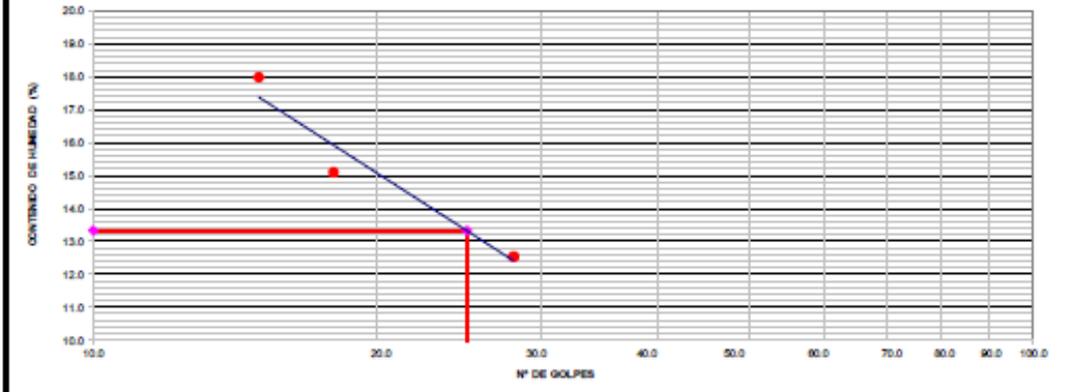
N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.34	45.65	48.60
TARRO + SUELO SECO	42.72	44.79	47.49
AGUA	0.62	0.86	1.11
PESO DEL TARRO	39.27	39.09	38.63
PESO DEL SUELO SECO	3.45	5.70	8.86
% DE HUMEDAD	17.97	15.09	12.53
N° DE GOLPES	15	18	28

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	13.31
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

Mezcla de Arenas
Mezcla de Arena Chancada < 1/4" 49 %



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

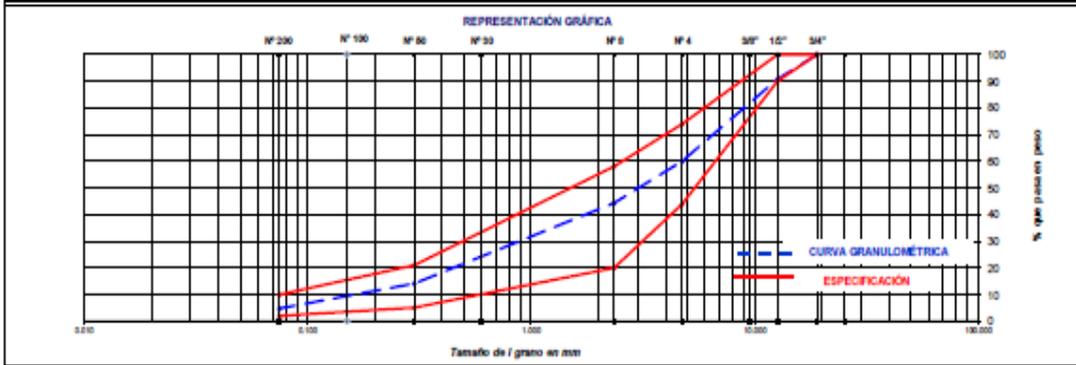
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA : Bachiler Gustavo Charpiuz hernandez	REG. N° 001
OBRA : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezcla asfáltica autoparables en la vía de Ilmor Juan	TÉCNICO O.Q.M
LUGAR : Lima	PROG. RESP. P.F.L
MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente	FECHA 21/11/22
PROCEDEC. : Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO D-01
UBICACIÓN : Chirca Ica	CARRIL

Diseño C.A. 4.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										PROPORCIÓN DE AGREGADOS				
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 50	N° 80	N° 200	<N°200	TAMIZ N° 8		
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.360	0.600	0.300	0.150	0.075		AGREGADO GRUESO	%	55.6
PESO RETENIDO	gr.	566.0	695.0	998.0	226.1	376.1	59.3	72.8	61.7	65.6		AGREGADO FINO	%	39.6
RETENIDO PARCIAL	%	9.2	12.6	13.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8		FILLER MINERAL	%	4.8
RETENIDO ACUMULADO	%	9.2	21.8	34.9	50.6	76.7	80.8	85.9	90.2	95.0	100.0	TOTAL DE AGREGADOS	%	100.0
PASA	%	100.0	90.8	78.2	60.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8	0.0			
ESPECIFICACIÓN	%	100	90 - 100		44 - 74	20 - 58		5 - 21		2 - 10				
OBSERVACIONES:	Densificación densamente graduada.											FRACCIÓN	%	86.6
												PESO TOTAL	gr.	5599.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPEC. INC.	
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.50	4.50	4.50	4.5	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 8	%	38.30	38.10	38.30		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 8	%	55.50	55.50	55.50		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.80	1.80	1.80		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE	gr/cc	1.833	1.833	1.833		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	gr/cc	2.649	2.649	2.649		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - APARENTE	gr/cc	2.730	2.730	2.730	2.690	
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	gr/cc	2.589	2.589	2.589		
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/cc	2.654	2.654	2.654	2.622	
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/cc	2.326	2.326	2.326		
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1219.5	1218.7	1218.6		
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1232.5	1231.5	1231.6		
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	683.1	682.4	682.6		
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-13)	cc	598.4	598.1	598.5		
15	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/cc	2.261	2.261	2.260	2.260	
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	gr/cc	2.435	2.435	2.435		
17	VACÍOS (16-15)/(100-16)	%	7.2	7.2	7.2	7.2	3 - 5
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(133)-(25)-(410)	gr/cc	2.614	2.614	2.614		
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(35)-(27)-(410)	gr/cc	2.684	2.684	2.684		
20	V.M.A. 100-(21-4)/(1518)	%	17.4	17.4	17.4	17.4	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-17)/20	%	58.9	58.9	58.7	58.8	
22	PESO ESPECÍFICO ESPECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2-3-4)/(27)-(39)-(410)	gr/cc	2.648	2.648	2.648		
23	C.A. A BORBORIO POR AGREGADO TOTAL (100*(21-18)/(22*18))	%	0.51	0.51	0.51		
24	CEMENTO ASFALTICO ESPECTIVO 1-(27*(21-4)/300)	%	4.01	4.01	4.01		
25	LECTURA DEL FLUJOMETRO (0.001")	Polg	9.00	9.00	9.50	9.2	8 - 14
26	FLUIDO (25 / 100 * 25.4)	mm	2.3	2.3	2.4	2.3	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORRER	Kg	992	978	1009		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.89	1.89	1.89		
29	ESTABILIDAD CORRIDA (27 * 20)	Kg	992	978	1009	993	Mín. 815
30	ESTABILIDAD FLUIDO	Kg/cm	4913	4252	4204	4256	1700 - 4000
31	RELACION POLVO Tm=0.075mm/ASFALTO ESPECTIVO	%			1.07		

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Grav Triturada < 3/4" - 1/4" Cantera Gorfino	15.0%
Gravilla < 3/8" - 1/4" Cantera Gorfino	43.0%
Arena Triturada < 3/8" - 3/16" - Cant. Gorfino	40.0%
CAL HIBRATA DA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zyxobitex	0.00%
Cemento Asfáltico	FN 60 - 70



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

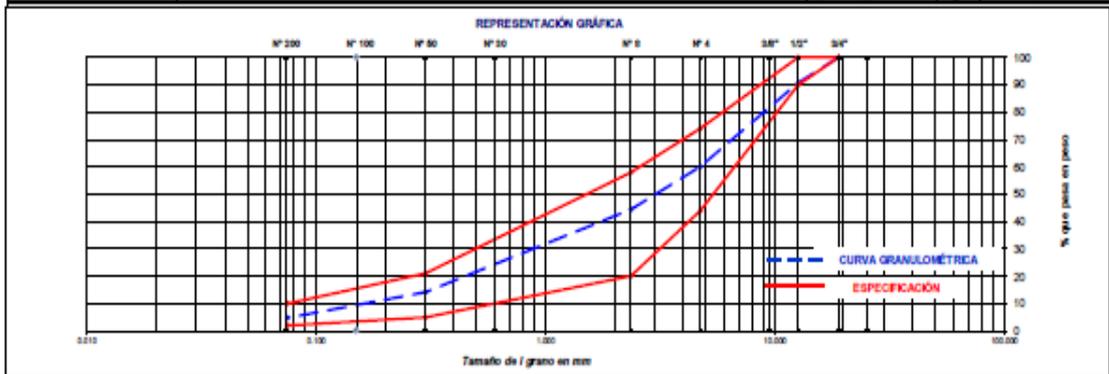
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE- ASTM D 3615

SOLICITA : Ecoliter Gustavo Chumpíez Irujo	REG. N° 001
OBRA : Incorporación de fibra de acero en el dosificado de mezcla asfáltica autoparables en las vías de florer fuerce	TÉCNICO O.Q.M
LUGAR : Lima	ING. RESP. P.F.L
MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente	FECHA 21/11/22
PROCEDEC. : Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO D-01
UBICACIÓN : Chíncha Ica	CARRIL

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										PROPORCIÓN DE AGREGADOS			
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 50	N° 80	N° 200	<N°200	TAMIZ N° 8		
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.360	0.600	0.300	0.150	0.075		AGREGADO GRUESO	%	55.6
PESO RETENIDO	gr.	596.0	695.0	998.0	226.1	376.1	59.3	72.8	61.7	69.6	AGREGADO FINO	%	39.6
RETENIDO PARCIAL	%	9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8	FILLER GENERAL	%	4.8
RETENIDO ACUMULADO	%	9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0	TOTAL DE AGREGADOS	%	100.0
PASA	%	100.0	90.8	78.2	60.1	44.4	18.2	16.2	9.1	4.8			
ESPECIFICACIÓN	%	100	90 - 100		44 - 74	20 - 58		5 - 21		2 - 10			
OBSERVACIONES: Densificación documentada											FRACCIÓN	%	865.6
											PESO TOTAL	gr.	5560.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	UN	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.00	5.00	5.00	5.0
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA >N°8	%	37.91	37.91	37.91	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA <N°8	%	55.30	55.30	55.30	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.80	1.80	1.80	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE	gr/c.c.	1.033	1.033	1.033	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	gr/c.c.	2.649	2.649	2.649	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - APARENTE	gr/c.c.	2.730	2.730	2.730	2.690
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	gr/c.c.	2.589	2.589	2.589	
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/c.c.	2.654	2.654	2.654	2.622
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/c.c.	2.326	2.326	2.326	
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1196.0	1199.0	1201.7	
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1197.3	1200.0	1203.5	
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	679.8	681.2	682.6	
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-13)	c.c.	517.5	518.8	520.9	
15	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/c.c.	2.311	2.311	2.307	2.310
16	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)(3/9)+(2/7)+(4/30)	gr/c.c.	2.684	2.684	2.684	
17	VACIOS (16-15)*100/16	%	5.9	5.9	6.0	5.9
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (100-1)(3/9)+(2/7)+(4/30)	gr/c.c.	2.614	2.614	2.614	
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)(3/9)+(2/7)+(4/30)	gr/c.c.	2.684	2.684	2.684	
20	VM.A. 100-G(3-4)*(15/18)	%	16.0	16.0	16.2	16.1
21	VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-17)/20	%	63.4	63.4	62.7	63.2
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2-3-4)/(2-7)+(3/9)+(4/30)	gr/c.c.	2.648	2.648	2.648	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (30*(2-18)/(22*18)	%	0.51	0.51	0.51	
24	CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO 1-2*(2-3-4)/100	%	4.51	4.51	4.51	
25	LECTURA DEL FLUJIMETRO (0.001")	Pulg	13.00	13.50	13.50	13.3
26	FLUIDO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.3	3.4	3.4	3.4
27	ESTABILIDAD SIN CORRIER	Eg	1108	1105	1101	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (27 * 28)	Eg	1108	1105	1101	1105
30	ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	3350	3250	3238	3282
31	RELACIÓN POLVO Tm=0.075mm/ASFALTO EFECTIVO	%			0.96	

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Grava Triturada - 3/4" - 1/4"	15.0%
Gravilla - 3/8" - 1/4"	45.0%
Arena Triturada - 3/8" - 3/16"	40.0%
CAL HIDRATADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zyeobitum	0.00%
Cemento Asfáltico	FIN 60 - 70



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

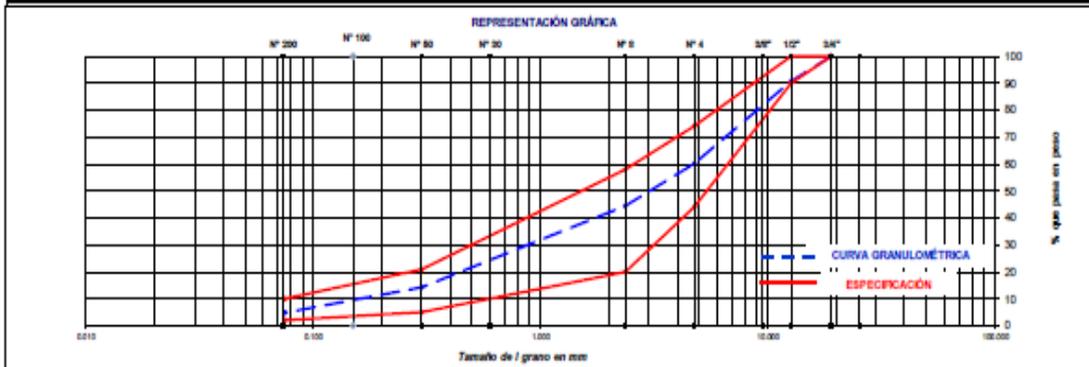
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA : Bachiller Gustavo Champuz hernandez	REG. N° 001
OBRA : Incorporación de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica autoperforables en las vías de florer fucuz	TÉCNICO G.Q.M
LUGAR : Lima	ING° DISP. P.F.L.
MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente	FECHA 21/11/22
PROCEDEC: Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO D-01
UBICACIÓN : Chácabuco	CARRIL

Diseño C.A. 5.5 %

TAMIZ ASTM	ENSAYO GRANULOMÉTRICO										PROPORCIÓN DE AGREGADOS			
	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 20	N° 30	N° 50	N° 60	N° 100	TAMIZ N° 8		
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.360	0.600	0.300	0.150	0.075			AGREGADO GRUESO	%	55.6
PESO RETENIDO	gr.	584.0	695.0	998.0	226.1	376.1	59.3	72.8	61.7	69.6		AGREGADO FINO	%	39.6
RETENIDO PARCIAL	%	9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8		FILLER MINERAL	%	4.8
RETENIDO ACUMULADO	%	9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0		TOTAL DE AGREGADOS	%	100.0
PASA	%	100.0	90.8	78.2	68.1	44.4	18.2	14.2	9.1	4.8				
ESPECIFICACIÓN	%	100	90-100		44-74	20-58		5-21		2-10				
OBSERVACIONES:	Granulometría de ensayo graduada.										FRACCIÓN	%	86.6	
												PESO TOTAL	gr.	5508.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRQUETAS		N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.50	5.50	5.50	5.5	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 8	%	37.71	37.71	37.71	37.71	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 8	%	55.01	55.01	55.01	55.01	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.70	1.70	1.70	1.70	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	gr/c.c.	1.833	1.833	1.833		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	gr/c.c.	2.649	2.649	2.649		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - APARENTE	gr/c.c.	2.730	2.730	2.730	2.690	
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	gr/c.c.	2.589	2.589	2.589		
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/c.c.	2.654	2.654	2.654	2.632	
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/c.c.	2.326	2.326	2.326		
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1212.0	1211.0	1216.0		
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1214.0	1215.0	1218.0		
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	699.5	701.2	703.2		
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-13)	c.c.	514.5	513.8	514.8		
15	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/c.c.	2.356	2.357	2.362	2.358	
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-294	gr/c.c.	2.403	2.403	2.403		
17	VACÍOS (16-15)*100/16	%	3.6	3.5	3.3	3.5	3 - 5
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(3/5)+(2/5)+(4/10)	gr/c.c.	2.634	2.634	2.634		
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(3/5)+(2/7)+(4/10)	gr/c.c.	2.684	2.684	2.684		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(15/18)	%	14.8	14.8	14.6	14.8	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(2+3+7)/20	%	75.9	76.2	77.3	76.5	
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/7)+(3/5)+(4/10)	gr/c.c.	2.648	2.648	2.648		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(2+3+4)/20)	%	0.51	0.51	0.51		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1+2*(2+3+4)/100	%	5.02	5.02	5.02		
25	LECTURA DEL PLÉCOMETRO (0.001")	Pulg	14.00	14.00	14.50	14.2	8 - 14
26	FLUJO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.6	3.6	3.7	3.6	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORRECTOR	Kg	1193	1015	1186		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.80	1.80	1.80		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (27 * 28)	Kg	1193	1015	1186	1131	Mín. 815
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3314	2819	3295	3113	1700 - 4000
31	RELACIÓN POLVO TOTAL/0.075mm/ASFALTO EFECTIVO	%				0.87	

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C es la siguiente:

Grava Triturada < 3/4"-1/4" Castera Gierfins	15.0%
Gravilla < 3/8"-1/4" Castera Gierfins	43.0%
Arena Triturada < 3/8"-3/16" - Cast. Gierfins	40.0%
CALIBRADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zycholom	0.00%
Cemento Asfáltico	FIN 60-70



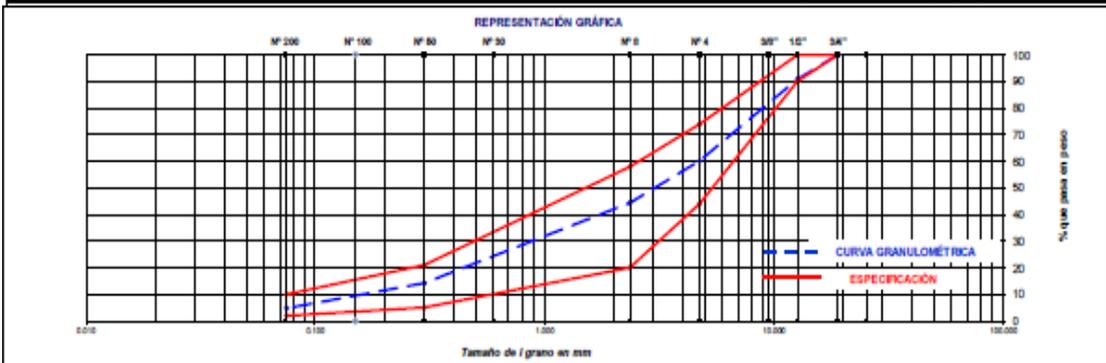
CONSULTORES DEL SUR. G.L.A
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA :	Bachiller Gustavo Charpike Irujo	REG. N°	001
OBRA :	Incorporación de fibra de acero en el dosapeto de mezcla asfáltica - autoparables en las vías de Berrón fuec	TÉCNICO	G.Q.M
LUGAR :	Lima	ING° RESP.	P.F.L
MATERIAL :	Doseto de mezcla asfáltica en caliente	FECHA	21/11/22
PROCEDENC:	Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO	D-01
UBICACIÓN :	Chilca Ica	CARRIL	

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											PROPORCIÓN DE AGREGADOS			
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 60	N° 100	<N°200	TAMIZ N° 8		
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.360	0.600	0.300	0.150	0.075		AGREGADO GRUESO	%	55.6
PESO RETENIDO	gr.	586.8	695.8	998.0	226.1	276.1	59.3	72.8	61.7	69.6		AGREGADO FINO	%	39.6
RETENIDO PARCIAL	%	9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8		FILLER MINERAL	%	4.8
RETENIDO ACUMULADO	%	9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0		TOTAL DE AGREGADOS	%	100.0
PASA	%	100.0	90.8	78.2	68.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8	0.0			
ESPECIFICACIÓN	%	100	90 - 100		44 - 74	20 - 58		5 - 21		2 - 10				
OBSERVACIONES:	Granulometría de ensayo graduada.											FRACCIÓN	%	865.6
												PESO TOTAL	gr.	5598.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS		N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFIC:
1	C.A. EN PISO DE LA MEZCLA	%	6.00	6.00	6.00	6.0	
2	AGREGADO GRUESO EN PISO DE LA MEZCLA > N° 8	%	37.51	37.51	37.51		
3	AGREGADO FINO EN PISO DE LA MEZCLA < N° 8	%	54.72	54.72	54.72		
4	FILLER EN PISO DE LA MEZCLA	%	1.78	1.78	1.78		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	gr/cc.	1.833	1.033	1.033		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	gr/cc.	2.649	2.649	2.649		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - APARENTE	gr/cc.	2.730	2.730	2.730	2.690	
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	gr/cc.	2.589	2.589	2.589		
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/cc.	2.654	2.654	2.654	2.622	
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/cc.	2.326	2.326	2.326		
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1203.1	1203.1	1191.8		
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1204.2	1204.1	1193.6		
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	686.7	687.3	685.3		
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESFAZAMIENTO (12-13)	cc.	517.5	516.8	508.3		
15	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/cc.	2.325	2.328	2.345	2.332	
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	gr/cc.	2.400	2.400	2.400		
17	VACÍOS (16-15)*100/16	%	3.1	3.0	2.3	2.8	3 - 5
18	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (106-1)(13/15)-(2/5)-(4/10)	gr/cc.	2.614	2.614	2.614		
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (106-1)(13/15)-(2/7)-(4/10)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684		
20	V.M.A. 106(2-1)-(4)(15/18)	%	16.4	16.3	15.7	16.1	Mín. 14
21	VACÍOS LLOROS CON C.A. 106*(20-17)/20	%	80.9	81.6	85.3	82.6	
22	PESO ESPECÍFICO ESPECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2-1)-(4)(27)-(3/9)-(4/10)	gr/cc.	2.648	2.648	2.648		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5)(22-18))/(22*18)	%	0.51	0.51	0.51		
24	CEMENTO ASFÁLTICO ESPECTIVO 1-(22*(2-1)-(6/100)	%	5.52	5.52	5.52		
25	LECTURA DEL FLUJIMETRO (0.0001")	Polg	15.00	15.00	15.00	15.0	8 - 14
26	FLUJO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.8	3.8	3.8	3.8	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORRIER	Kg	1297	1113	1018		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29	ESTABILIDAD CORRIERA (27 * 20)	Kg	1297	1113	1018	1113	Mín. 815
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3176	2929	2679	2928	1700 - 4000
31	RELACIÓN POLVO Trazo/0.075mm/ASFALTO ESPECTIVO	%				0.80	

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Gran Triturado < 3/4"-1/4" Cantera Griefco	15.0%
Gravilla < 3/8"-1/4" Cantera Griefco	43.8%
Arena Triturada < 3/8"-3/16" -Can. Griefco	40.8%
CAL HIDRATADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zynbromo	0.00%
Cemento Asfáltico	PZN 60 - 70

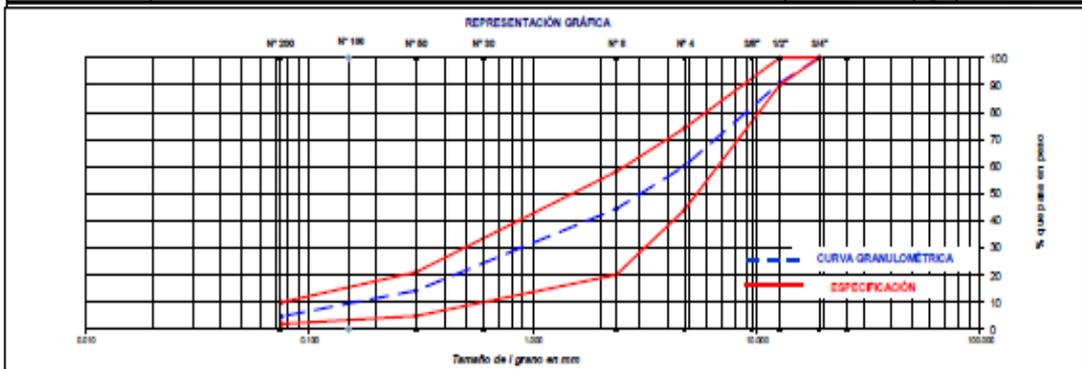


CONSULTORES DEL SUR. G.L.A.
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - ASTM D 3515

SOLICITA : Bachiller Gustavo Champaz hernandez	REG. N° 001
OBRA : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezcla asfáltica autorreparable en las vías de Elmer fucet	TÉCNICO G.Q.M
LUGAR : Lima	INP RR.PP. P.F.L
MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente	PIERA 21/11/22
PROCEDEC: Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO D-01
UBICACIÓN : Chíncha Ica	CARRIL

Diseño C.4.6.3 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											PROPORCIÓN DE AGREGADOS			
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 20	N° 40	N° 60	N° 100	TAMIZ N° 8		
ABERTURA EN mm		19.00	12.50	9.525	4.750	2.360	0.850	0.425	0.250	0.150	0.075	AGREGADO GRUESO	%	55.6
PESO RETENIDO	g.	586.0	685.0	998.0	226.1	276.1	59.3	72.8	61.7	60.6		AGREGADO FINO	%	29.6
RETENIDO PARCIAL	%	9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8		FILLER MINERAL	%	4.8
RETENIDO ACUMULADO	%	9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0		TOTAL DE AGREGADOR	%	100.0
PAUSA	%	100.0	96.8	78.2	60.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8	0.0			
REPROCESACIÓN	%	100	96-100		44-74	20-55		5-21		2-10				
OBSERVACIONES:	Granulometría dimensional ganada											FRACCIÓN	%	96.6
												PESO TOTAL	g.	586.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS		1	2	3	PROMEDIO	REPROCES.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.50	6.50	6.50	6.5
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 8	%	33.31	33.31	33.31	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 8	%	54.43	54.43	54.43	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.77	1.77	1.77	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	g/cc	1.033	1.033	1.033	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	g/cc	2.649	2.649	2.649	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - APARENTE	g/cc	2.730	2.730	2.730	2.690
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	g/cc	2.589	2.589	2.589	
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	g/cc	2.654	2.654	2.654	2.622
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	g/cc	2.326	2.326	2.326	
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1196.1	1197.9	1196.1	
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	g	1197.4	1196.8	1196.4	
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	g	680.1	681.2	680.2	
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-13)	cc	517.3	517.6	516.4	
15	PESO ESPECÍFICO RELE DE LA BRQUETA (12/14)	g/cc	2.312	2.314	2.314	2.314
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	g/cc	2.355	2.355	2.355	
17	VACÍOS (16-15)/100%	%	1.8	1.7	1.7	3 - 5
18	PESO ESPECÍFICO RELE DEL AGREGADO TOTAL (106-11)/(549)-(24)-(410)	g/cc	2.614	2.614	2.614	
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (106-11)/(349)-(27)-(410)	g/cc	2.684	2.684	2.684	
20	V.M.A. 106-(2+3+4)/(1510)	%	17.2	17.2	17.2	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 106*(20-17)/20	%	89.5	90.0	90.0	89.9
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(27)+(19)+(410)	g/cc	2.648	2.648	2.648	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (106*(5+23-19))/(22*(10))	%	0.51	0.51	0.51	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.02	6.02	6.02	
25	LECTURA DEL FLECOMETRO (0.801")	Polv	16.20	15.90	16.20	16.0
26	FLUJO (25 / 100 * 25.4)	mm	4.1	4.0	4.1	4.1
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1050	1061	1045	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (27 * 20)	Kg	1050	1061	1045	1095
30	ESTABILIDAD-FLUJO	K/ccm	2500	2652	2541	2691
31	RELACIÓN POLVO Tado 0.075mm/ASFALTO EFECTIVO	%			6.74	

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

- Grava Titirada < 3/4" - 1/4" Cantos Gruesos 15.0%
- Gravilla < 3/8" - 1/4" Cantos Gruesos 43.0%
- Arena Titirada < 3/8" - 3/16" - Cant. Gruesos 40.0%
- C.A. HIDRATADA 2.0%
- Aditivo mejorador de adherencia Ziphereno 0.00%
- Cemento Aditivo PSN 68 - 70



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

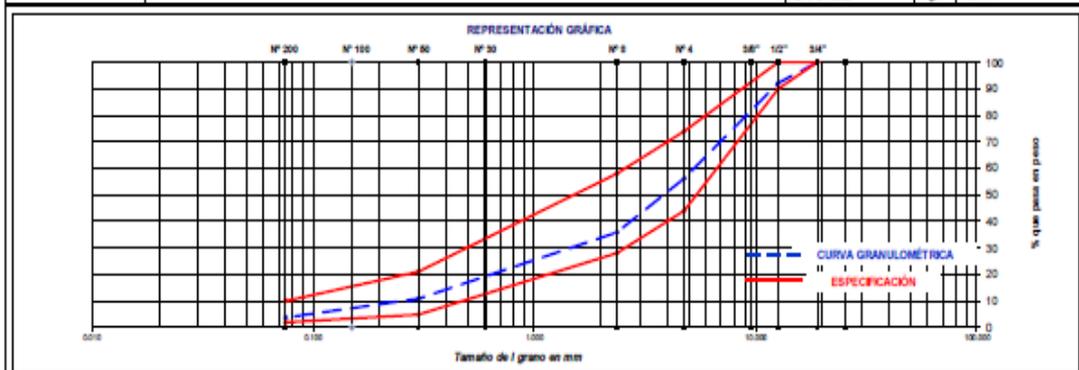
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA	Bachiler Gustavo Champiza Hernandez	REG. N°	001
OBRA	Incorporación de fibra de acero en el desarrollo de mezclas asfálticas autoperables en las vías de Illesim ficett	TÉCNICO	O.Q.M
LUGAR	Lima	DIG. RESP.	P.F.L
MATERIAL	Diseño de mezcla asfáltica en caliente	FECHA	21/11/22
PROCEDENC	Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO	D-01
UBICACIÓN	Chicla Ica	CARRIL	

Diseño C.A. 5.50% - OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											PROPORCIÓN DE AGREGADOS			
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°18	N°30	N°60	N°100	<N°200	TAMIZ N°8		
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.360	0.850	0.300	0.150	0.075		AGREGADO GRUESO	%	64.2
PESO RETENIDO	gr	596.0	389.0	1953.0	351.6	34.4	395.6	59.4	64.6	62.4		AGREGADO FINO	%	32.0
RETENIDO PARCIAL	%		7.8	6.0	30.0	20.4	2.0	22.9	3.4	3.7	3.7	FILLER GENERAL	%	3.8
RETENIDO ACUMULADO	%		7.8	13.8	43.8	64.2	66.2	89.1	92.5	96.2	99.9	TOTAL DE AGREGADOS	%	100.0
PASA	%	100.0	92.2	86.2	66.2	35.8	33.8	16.9	7.5	3.8	0.1			
ESPECIFICACIÓN	%	100	90-100		64-74	28-58		5-21		2-10				
OBSERVACIONES:	Evaluación de densidad granulométrica.											FRACCIÓN	%	969.0
												PISO TOTAL	gr.	4500.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

REQÜESTAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PISO DE LA MEZCLA	%	5.50	5.50	5.50	5.50
2	AGREGADO GRUESO EN PISO DE LA MEZCLA > N°8	%	41.39	41.39	41.39	
3	AGREGADO FINO EN PISO DE LA MEZCLA < N°8	%	51.32	51.32	51.32	
4	FILLER EN PISO DE LA MEZCLA	%	1.79	1.79	1.79	
5	PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE	gr/c.c.	1.833	1.033	1.033	
6	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BELK	gr/c.c.	2.649	2.649	2.649	
7	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - APARENTE	gr/c.c.	2.730	2.730	2.730	2.690
8	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BELK	gr/c.c.	2.589	2.589	2.589	
9	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/c.c.	2.654	2.654	2.654	2.622
10	PISO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/c.c.	2.326	2.326	2.326	
11	PISO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1209.9	1210.3	1211.5	
12	PISO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1211.5	1211.3	1212.8	
13	PISO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	696.8	697.8	698.5	
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-13)	c.c.	514.7	513.5	514.3	
15	PISO ESPECÍFICO BELK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/c.c.	2.351	2.357	2.356	2.354
16	PISO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2941	gr/c.c.	2.443	2.443	2.443	
17	VACÍOS (16-15)*100/16	%	3.8	3.5	3.6	3 - 5
18	PISO ESPECÍFICO BELK DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/((38)+(26)+(4/10))	gr/c.c.	2.616	2.616	2.616	
19	PISO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(39)+(27)+(4/10))	gr/c.c.	2.687	2.687	2.687	
20	V.M.A. 100(2+3+4)/(15/18)	%	15.1	14.9	14.9	15.0
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-17)/20	%	75.0	76.3	76.0	75.8
22	PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((27)+(39)+(4/10))	gr/c.c.	2.651	2.651	2.651	
23	C.A. AIBORRDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5)/(22-18))/(22*18)	%	0.52	0.52	0.52	
24	CIMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1+(2)*(2+3+4)/100	%	5.01	5.01	5.01	
25	LICTURA DEL FLECOMETRO (0.001")	Palg	13.00	14.50	13.00	13.5
26	FLUJO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.3	3.7	3.3	3.4
27	ESTABILIDAD SIN CORRIER	Kg	1064	1121	1211	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORRIEIDA (27 * 28)	Kg	1064	1121	1211	1132
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3224	3030	3670	3308
31	RELACIÓN PLEVO T más 0,007mm/ASFALTO EFECTIVO	%			0.69	

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Grava Triturada < 3/4"-1/4" Cantos Grifinos	15.0%
Gravilla < 3/8"- 1/4" Cantos Grifinos	43.0%
Arena Triturada < 3/8"- 3/16" - Cant. Grifinos	40.0%
CAL HIDRATADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zychotern	0.90%
Cemento Asfáltico	PIN 60 - 70

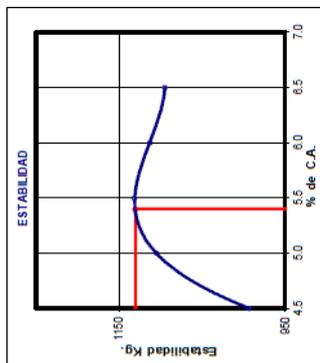
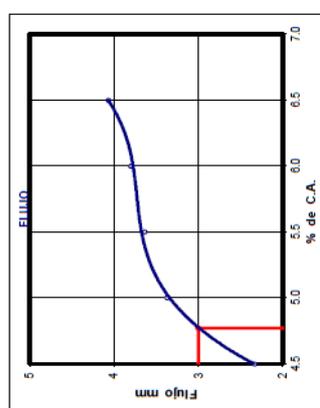
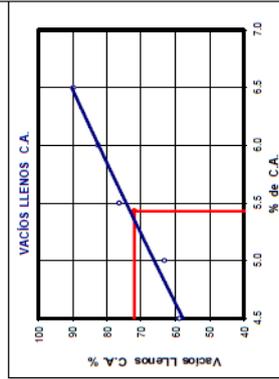
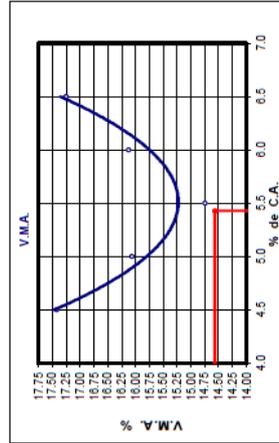
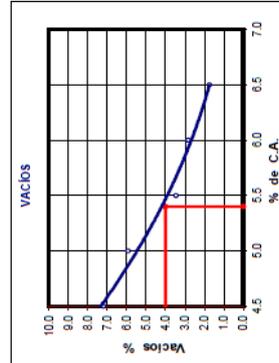
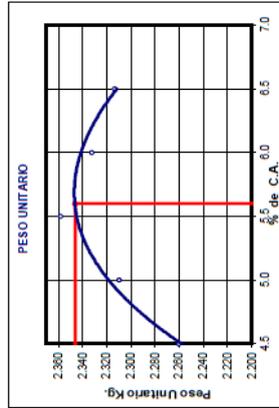


CONSULTORES DEL SUR. S.L.A
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
DISÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA : Bachiller Gustavo Chumppitaz hermandez
PROYECTO : Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezcla asfáltica autoparamblante en bruto de Elmer finest
LUGAR : Lima
MATERIAL : Diseño de mezcla asfáltica en caliente
PROCEDENC. : Consultores del Sur S.L.A
UBICACIÓN : Chacabuco

REG. N° : 001
TÉCNICO : GQM
ING° RESP. : PFL
FECHA : 21/11/2022
CERTIFICADO : D-01
CARRIL



RESUMEN DE RESULTADOS

	- 0.3%	ÓPTIMO %C.A.	+ 0.3%	ESPECÍFIC.
COLETES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.17	5.5	5.77	(± 0.3%)
PESO UNITARIO	2,301	2,354	2,302	
VACÍOS	4.1	3.6	4.7	3 - 5
V.M.A.	17.7	15.97	15.97	Mín. 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	70.2	75.8	79.4	
FLUJO	3.30	3.43	3.9	2 - 4
ESTABILIDAD	1304	1132	1269	Mín. 815
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	3950	3308	3254	1700 - 4000
ESTABILIDAD RETENIDA	6.62	6.64	6.66	Mín. 5
RELACION POLVO Límex 0.07/Límex ASFALTO EFECTIVO	85.9	86.2	86.4	Mín. 75
DOSEIFICACION:	0.93	0.69	0.83	0.6 - 1.3 %

DOSEIFICACION:
Grava Trínada < 3.14" - 1.14" Canten Giorfino 15.00%
Gravilla < 3/8" - 1.4" Canten Giorfino 43.00%
Avena Trínada < 3/8" - 3/16" - Cant. Giorfino 40.00%
CAL HDRATADA 2.00%
Aditivo mejorador de adherencia Zyclotherm 0.00% (En peso del ligante)
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA (RICE)

MTS E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Champiz hernandez	REG. N°	001
OBRA	: Incoorporación de fibras de acero en el desempeño de mezcla asfáltica autoperforables en la vía de Elmer facot	TÉCNICO	G.Q.M
LUGAR	: Lima	ING° RESP.	P.F.L
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	FECHA	21/11/2022
PROCEDENC.	: Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO	D-01
UBICACIÓN	: Chacabuco	CARRIL	

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	Óptimo
Cemento Asfáltico	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.50
Peso del material	gr	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Peso del agua + frasco Rice	gr	7189	7189	7189	7189	7189	7188
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	8689	8689	8689	8689	8689	8688
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8073	8078	8075	8064	8052	8074
Volumen del material	cc	616	611	614	625	637	614
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.435	2.455	2.443	2.400	2.355	2.443
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Grava Triturada < 3/4"-1/4" Cantera Giorfino	%	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Gravilla. < 3/8"- 1/4" Cantera Giorfino	%	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0
Arena Triturada < 3/8"- 3/16" - Cant. Giorfino	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
CAL HIDRATADA	%	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Aditivo mejorador de adherencia Zycobiterm	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cemento Asfáltico	%	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Tiempo de ensayo	Min.	15'	15'	15'	15'	15'	15'
Factor de Corrección							

Observaciones:



CONSULTORES DEL SUR. G.L.A
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chunguín hernandez	REG. N°	001
OBRA	: Incorporación de fibra de acero en el desempeño de mezclas asfálticas autorreparables en las vías de Elmer fucett	TÉCNICO	G.Q.M
LUGAR	: Lima	ING° RESP.	P.F.L
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	FECHA	21/11/22
PROCEDENC.	: Consultores del Sur G.L.A	CERTIFICADO	D-01
UBICACIÓN	: Chíncha Ica	CARRIL	

ESTABILIDAD RETENIDA e ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO ESTABILIDAD A LOS 30 MINUTOS	1	2	3	PROMEDIO ESTABILIDAD A LAS 24 HORAS
Golpes	N°	75	75	75		75	75	75	
Cemento asfáltico	%	5.50	5.50	5.50		5.50	5.50	5.50	
Peso de la briqueta al aire	g	1217.2	1219.5	1216.7		1219.5	1217.5	1216.2	
Peso de la briqueta	g	1218.4	1223.7	1217.5		1221.3	1219.6	1218.4	
Peso de briqueta	g	714.7	718.3	716.3		715.6	718.4	717.7	
Volúmenes de la briqueta	cc	503.7	505.4	501.2		503.7	501.2	500.7	
Peso de la pasta fin	g	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volúmenes de la pasta fin	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volúmenes de la briqueta	cc	503.7	505.4	501.2		503.7	501.2	500.7	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.417	2.413	2.428		2.412	2.429	2.429	
Flujo	mm	2.80	3.00	3.40	3.1	3.10	3.00	2.90	3.0
Estabilidad sin correjir	kg	1173	1123	1098		1033	927	965	
Factor de corrección		1.04	1.04	1.04		1.04	1.04	1.04	
Estabilidad corregida	kg	1220	1168	1142	1177	1074	964	1004	1014
ESTABILIDAD CORREGIDA	%	86.2							

ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD

BRIQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO	1a	2a	3a	PROMEDIO
Golpes	N°	50	50	50		5	5	5	
Cemento Asfáltico	%	5.50	5.50	5.50		5.50	5.50	5.50	
Peso de la briqueta al aire	g	1219.8	1220.8	1217.9		1220.8	1222.4	1217.6	
Peso de la briqueta	g	1227.6	1227.4	1223.7		1230.7	1227.5	1225.4	
Peso de la briqueta	g	722.1	724.3	721.9		690.1	691.2	690.8	
Volúmenes de la briqueta	cc	505.5	503.1	501.8		540.6	536.3	534.6	
Peso de la pasta fin	g	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volúmenes de la pasta fin	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volúmenes de la briqueta	cc	505.5	503.1	501.8		540.6	536.3	534.6	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.413	2.427	2.427	2.422	2.258	2.279	2.278	2.272
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	%	6.64							



CONSULTORES DEL SUR. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

MTC E-206-2000, ASTM C-127, AASHTO T-85

SOLICITA	: Bachiller Gustavo Chumpitaz hernandez	REG. N°	001
	: Incorporación de fibra de acero en el desempeño de masas asfálticas autorreparables en las vías de Elmer	TÉCNICO	G.Q.M
OBRA	: fucet	ING° RESP.	P.F.L
LUGAR	: Lima	FECHA	21/11/2022
MATERIAL	: Diseño de mezcla asfáltica en caliente	CERTIFICADO	D-01
PROCEDENC.	: Consultores del Sur G.L.A	CARRIL	
UBICACIÓN	: Chíncha Ica		

AGREGADO GRUESO AASHTO T-

85

CANTERA	Unidad	IDENTIFICACION			Promedio
		1	2		
Peso mat. Sat. Superf. Seco (en aire)	(gr.)	908.00	1090.00		
Peso mat. Sat. Superf. Seco (en agua)	(gr.)	570.00	682.00		
Volumen de masa + volumen de vacíos	(cm ³)	338.00	408.00		
Peso de material seco (105°C)	(gr.)	898.00	1078.00		
Volumen de masa	(cm ³)	328.00	396.00		
Peso Bulk (base seca)	(Kg/m ³)	2637	2642		2649
Peso Bulk (base saturada)	(Kg/m ³)	2686	2672		2679
Peso aparente (base seca)	(Kg/m ³)	2738	2722		2730
Porcentaje de absorción	(%)	1.11	1.11		1.11

AGREGADO FINO AASHTO T- 84

CANTERA	Unidad	IDENTIFICACION			Promedio
		1	2		
Peso mat. Sat. Superf. Seco (en aire)	(gr.)	400.0	500.0		
Peso frasco + agua (25°C)	(gr.)	664.2	668.2		
Peso de frasco + agua (25°C) + Peso mat. Sat.Sup.Seco	(gr.)	1064.2	1168.2		
Peso de (mat. Sat. Superf. Seco + agua en el frasco)	(gr.)	910.6	977.6		
Volumen de la masa + volumen de vacíos	(cm ³)	153.6	190.6		
Peso de material seco (105°C)	(gr.)	396.5	495.0		
Volumen de masa	(cm ³)	150.1	185.6		
Peso Bulk (base seca)	(Kg/m ³)	2581	2597		2589
Peso Bulk (base saturada)	(Kg/m ³)	2604	2623		2614
Peso aparente (base seca)	(Kg/m ³)	2642	2667		2654
Porcentaje de absorción	(%)	0.88	1.01		0.95

OBSERVACIONES:

MATERIAL : DE LA MEZCLA FISICA DEL DISEÑO.



**ENSAYO MARSHALL
NORMA MTC E 504; ASTM D 1559**

VERSIÓN
01

FECHA DE APROBACIÓN
16.Ene.2023

FT-CCAP-23

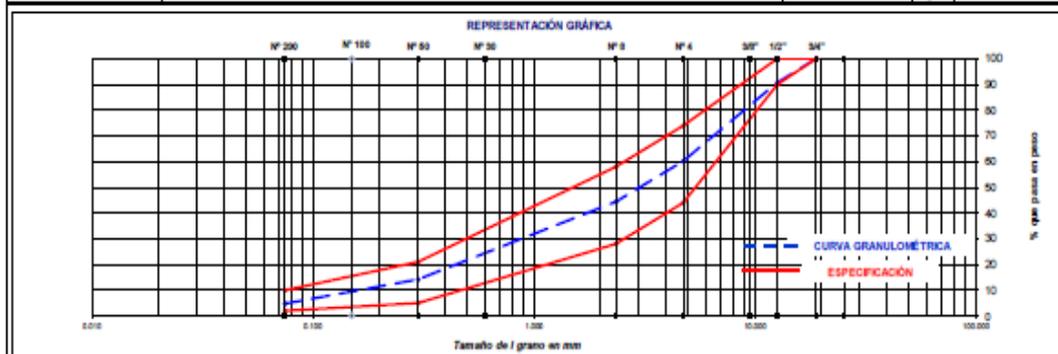
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA	Bachiller Gustavo Champiza Hernandez	REG. N°	001
PROYECTO	Incorporación de fibra de acero en el desarrollo de mezclas asfálticas autostrepables en las vías de flumen licett	TÉCNICO	G.Q.M
LUGAR	Lima	ING° RESP.	P.F.L
MATERIAL	Mezcla Asfáltica en Caliente con 5% de fibra de acero	FECHA	21/11/22
PROCEDENC	Consultora del Sur S.L.A	CERTIFICADO	CD80LA-001
UBICACIÓN	Chilca - Ica	CARRIL	

Diseño C.A. 5.50% - ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											PROPORCIÓN DE AGREGADOS				
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°50	N°80	N°100	<N°200	TAMIZ N°8	AGREGADO GRSO	%	55.6
ABERTURA EN mm	gr	19.050	12.700	9.525	4.750	2.360	0.850	0.300	0.150	0.075				%	29.6
PESO RETENIDO			584.0	695.0	998.0	214.1	376.1	59.3	72.8	61.7	69.6			%	4.8
RETENIDO PARCIAL	%		9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8			%	100.0
RETENIDO ACUMULADO	%		9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0			%	0.0
PASA	%	100.0	90.8	78.2	60.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8	0.0			%	
ESPECIFICACIÓN	%	100	90-100		64-74	28-58		5-21		2-10				%	865.6
OBSERVACIONES:	Omnosonetría de densidad graduada.											FRACCIÓN	%		
														gr	5580.8



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PISO DE LA MEZCLA	%	5.50	5.50	5.50	5.50
2	AGREGADO GRSO EN PISO DE LA MEZCLA > N° 8	%	37.71	37.71	37.71	
3	AGREGADO FINO EN PISO DE LA MEZCLA < N° 8	%	55.01	55.01	55.01	
4	FILLER EN PISO DE LA MEZCLA	%	1.79	1.79	1.79	
5	PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	gr/c.c.	1.833	1.033	1.033	
6	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRSO - BELK	gr/c.c.	2.598	2.598	2.598	
7	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRSO - APARENTE	gr/c.c.	2.657	2.657	2.657	2.628
8	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BELK	gr/c.c.	2.589	2.589	2.589	
9	PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/c.c.	2.654	2.654	2.654	2.622
10	PISO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/c.c.	2.326	2.326	2.326	
11	PISO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1196.3	1197.9	1196.2	
12	PISO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1207.3	1204.9	1212.9	
13	PISO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	699.7	698.4	706.6	
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-13)	c.c.	507.6	506.5	507.4	
15	PISO ESPECÍFICO BELK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/c.c.	2.356	2.365	2.358	2.360
16	PISO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	gr/c.c.	2.455	2.455	2.455	
17	VACÍOS (16-15)*100/6	%	4.0	3.7	4.0	3.9
18	PISO ESPECÍFICO BELK DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(39)+(26)+(4/10)	gr/c.c.	2.594	2.594	2.594	
19	PISO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)/(39)+(27)+(4/10)	gr/c.c.	2.655	2.655	2.655	
20	V.M.A. 10*(2+3+4)/(15/10)	%	14.2	13.8	14.1	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-17)/20	%	71.6	73.5	71.9	72.3
22	PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(27)+(39)+(4/10)	gr/c.c.	2.624	2.624	2.624	
23	C.A. AIBORRIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(2+3+4)/10)	%	0.46	0.46	0.46	
24	CIMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1*(23)/(2+3+4)/100	%	5.07	5.07	5.07	
25	LECTURA DEL FLECOMETRO (0.001")	Polg	13.50	14.00	15.00	14.2
26	FLUIDO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.4	3.6	3.8	3.6
27	ESTABILIDAD SIN CORRIER	kg	1165	1163	1146	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	kg	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORRIEDA (27 * 28)	kg	1165	1163	1146	1158
30	ESTABILIDAD-FLUIDO	kg/cm	3426	3231	3016	3224
31	RELACIÓN POLVO Tmbr 0.0074mm/ASFALTO EFECTIVO	%				0.87

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Grava Triturada < 3/4"-1 1/4" Cant. Gorfino	24.0%
Gravilla < 3/8"- 1/4" Cant. Gorfino	25.0%
Arena Triturada < 3/8"- 3/16" - Cant. Gorfino	49.0%
CAL HIDRATADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zychoterm	0.00%
Cemento Asfáltico	FIN 60 - 70



**ENSAYO MARSHALL
NORMA MTC E 504; ASTM D 1559**

VERSIÓN
01

FECHA DE APROBACIÓN
16.Ene.2023

FT-CCAP-23

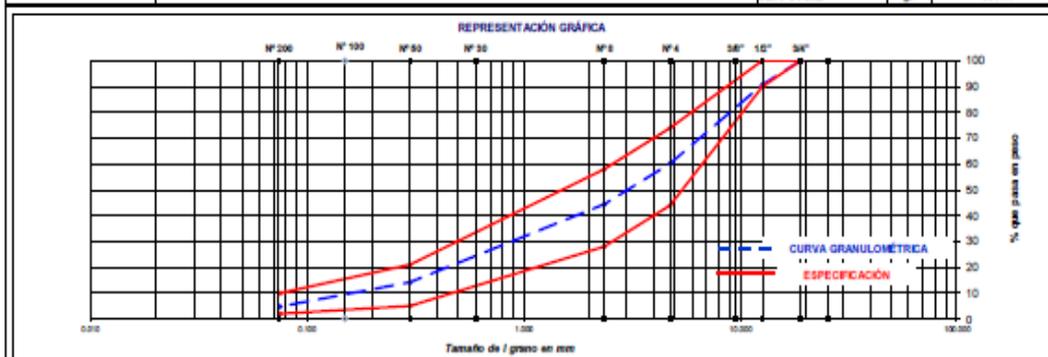
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA	Bachiller Gustavo Champezo Hernandez	REG. N°	002
PROYECTO	Incorporación de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica autotransportable en las vías de flanco	TÉCNICO	G.Q.M
LUGAR	Lima	ING. RESP.	P.F.L
MATERIAL	Mezcla Asfáltica en Caliente con 10 % de fibra de acero	FECHA	21/11/22
PROCEDENC.	Consultores del Sur O.L.A	CERTIFICADO	CD80LA-002
UBICACIÓN	Chilca - Ica	CARRIL	

Dosificación C.A. 5.50 % - OPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										PROPORCIÓN DE AGREGADOS			
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 5	N° 10	N° 20	N° 40	N° 60	<N°200	TAMIZ N° 8	%	
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.500	0.600	0.300	0.150	0.075		AGREGADO GRSO	55.6	
PESO RETENIDO	gr.	596.0	695.0	998.0	226.1	376.1	59.3	72.8	61.7	69.6	AGREGADO FINO	39.6	
RETENIDO PARCIAL	%	9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.3	FILLER MINERAL	4.8	
RETENIDO ACUMULADO	%	9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0	TOTAL DE AGREGADOS	100.0	
PASA	%	100.0	90.8	78.2	60.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8			
ESPECIFICACIÓN	%	100	99 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10					
OBSERVACIONES:	Densificación densometría graduada.										FRACCIÓN	%	865.6
											PESO TOTAL	gr.	5500.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS		N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFIC.
1	C.A. EN PISO DE LA MEZCLA	%	5.50	5.50	5.50	5.50	
2	AGREGADO GRSO EN PISO DE LA MEZCLA > N° 8	%	37.71	37.71	37.71	37.71	
3	AGREGADO FINO EN PISO DE LA MEZCLA < N° 8	%	55.01	55.01	55.01	55.01	
4	FILLER EN PISO DE LA MEZCLA	%	1.79	1.79	1.79	1.79	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	gr/c.	1.033	1.033	1.033	1.033	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRSO - BELK	gr/c.	2.598	2.598	2.598	2.598	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRSO - APARENTE	gr/c.	2.657	2.657	2.657	2.628	
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BELK	gr/c.	2.589	2.589	2.589	2.589	
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/c.	2.654	2.654	2.654	2.622	
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/c.	2.326	2.326	2.326	2.326	
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1209.2	1196.1	1201.0	1201.0	
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1216.0	1204.0	1214.3	1214.3	
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	703.7	697.3	706.5	706.5	
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-13)	c.c.	512.3	506.7	507.8	507.8	
15	PESO ESPECÍFICO BELK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/c.	2.369	2.361	2.365	2.362	
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	gr/c.	2.463	2.463	2.463	2.463	
17	VACÍOS (16-15)*100/16	%	4.2	4.2	4.0	4.1	3 - 5
18	PESO ESPECÍFICO BELK DEL AGREGADO TOTAL (100-1)(3/8)+(2/5)+(4/10)	gr/c.	2.594	2.594	2.594	2.594	
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (100-1)(3/8)+(2/7)+(4/10)	gr/c.	2.655	2.655	2.655	2.655	
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(15/18)	%	14.0	14.0	13.8	14.0	Mín. 14
21	VACÍOS LLEJOS CON C.A. 100*(20-17)/20	%	70.2	70.3	71.3	70.6	
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/7)+(3/8)+(4/10)	gr/c.	2.624	2.624	2.624	2.624	
23	C.A. AJORADO POR AGREGADO TOTAL (100*(5/25-18)/(22*18)	%	0.46	0.46	0.46	0.46	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.07	5.07	5.07	5.07	
25	LECTURA DEL FLEXÓMETRO (0.001")	Pulg	14.80	14.70	14.90	14.8	
26	FLUJO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.8	3.7	3.8	3.8	2 - 4
27	ESTABILIDAD SIN CORROSIÓN	Kg	1128	1161	1166	1166	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORROSIDA (27 * 28)	Kg	1128	1161	1166	1152	Mín. 815
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2968	3138	3068	3058	1700 - 4000
31	RELACIÓN POLVO Tmáx 0,0075mm/ASFALTO EFECTIVO	%				0.87	

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Grava Triturada < 3/4"-1/4" Cantera Giorfino	24.0%
Gravilla < 3/8"-1/4" Cantera Giorfino	25.0%
Arena Triturada < 3/8"-3/16" - Cant. Giorfino	49.0%
CAL HIDRATADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zycobstern	0.90%
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70



**ENSAYO MARSHALL
NORMA MTC E 504; ASTM D 1559**

VERSIÓN
01

FECHA DE APROBACIÓN
16.Ene.2023

FT-CCAP-23

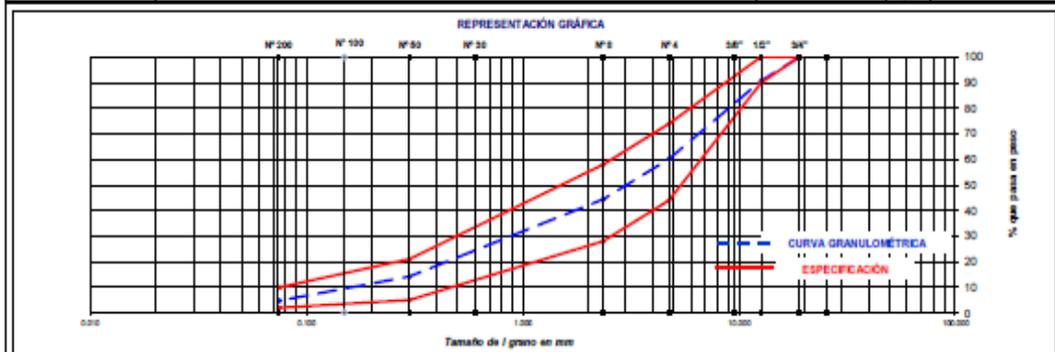
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

SOLICITA	Bachiller Gustavo Churruarín Irujo	REG. N°	003
PROYECTO	Incorporación de fibra de acero en el diseño de mezcla asfáltica autoparables en las vías de flujor sucoet	TÉCNICO	G.Q.M
LUGAR	Lima	ING. RESP.	P.F.L
MATERIAL	Mezcla Asfáltica en Caliente con 12 % de fibra de acero	FECHA	21/11/22
PROCEDENC.	Consultores del Sur S.L.A	CERTIFICADO	CD50LA-003
UBICACIÓN	Chicla - Ica	CARRIL	

Diseño C.A. 5.50% - OPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										PROPORCIÓN DE AGREGADOS		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 10	Nº 50	Nº 80	Nº 100	<Nº 200	TAMIZ Nº 8	
ABERTURA EN mm	19.050	12.500	9.525	4.750	2.360	2.000	0.600	0.300	0.150	0.075	AGREGADO GRSO	%
PESO RETENIDO gr	586.0	695.0	994.0	226.1	174.1	59.3	72.8	61.7	62.6		AGREGADO FINO	%
RETENIDO PARCIAL %	9.2	12.6	18.1	15.7	26.1	4.1	5.1	4.3	4.8		FILLER MEDIANO	%
RETENIDO ACUMULADO %	9.2	21.8	39.9	55.6	81.7	85.8	90.9	95.2	100.0		TOTAL DE AGREGADOS	%
PASA %	100.0	98.8	78.2	60.1	44.4	18.3	14.2	9.1	4.8	0.0		
ESPECIFICACIÓN %	100	99 - 100		44 - 74	28 - 50		5 - 21		2 - 10			
OBSERVACIONES:	Dimensiones de tamizado graduada.										FRACCIÓN	%
												865.6
											PESO TOTAL	gr
												5593.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	C.A. EN PISO DE LA MEZCLA	%	5.50	5.50	5.50	5.50
2	AGREGADO GRSO EN PISO DE LA MEZCLA > Nº 8	%	37.71	37.71	37.71	
3	AGREGADO FINO EN PISO DE LA MEZCLA < Nº 8	%	55.01	55.01	55.01	
4	FILLER EN PISO DE LA MEZCLA	%	1.79	1.79	1.79	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	gr/c.c.	1.033	1.033	1.033	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRSO - HLEK	gr/c.c.	2.598	2.598	2.598	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRSO - APARENTE	gr/c.c.	2.657	2.657	2.657	2.628
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - HLEK	gr/c.c.	2.589	2.589	2.589	
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE	gr/c.c.	2.654	2.654	2.654	2.622
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	gr/c.c.	2.326	2.326	2.326	
11	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1183.3	1200.7	1203.5	
12	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1198.3	1209.7	1212.5	
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	698.5	701.9	703.3	
14	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-13)	c.c.	499.8	507.8	509.2	
15	PESO ESPECÍFICO HLEK DE LA BRQUETA (11/14)	gr/c.c.	2.368	2.365	2.364	2.365
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-294	gr/c.c.	2.479	2.479	2.479	
17	VACÍOS (16-15)*100/16	%	4.5	4.6	4.7	4.6
18	PESO ESPECÍFICO HLEK DEL AGREGADO TOTAL (106-11)(38)+(26)+(470)	gr/c.c.	2.594	2.594	2.594	
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (106-11)(39)+(27)+(470)	gr/c.c.	2.655	2.655	2.655	
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(15/18)	%	13.8	13.9	13.9	13.8
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(26-17)/20	%	67.2	66.6	66.4	66.7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(27)+(39)+(470)	gr/c.c.	2.624	2.624	2.624	
23	C.A. AIBORRDO POR AGREGADO TOTAL (100*(26-18)/(22*18)	%	0.46	0.46	0.46	
24	CIMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.07	5.07	5.07	
25	LECTURA DEL FLEXOMETRO (0.001")	Indg	15.00	15.00	15.50	15.5
26	FLIDO (25 / 100 * 25.4)	mm	3.8	3.8	4.2	3.9
27	ESTABILIDAD SIN CORROSIÓN	Kg	1187	1175	1183	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORROSIÓN (27 * 28)	Kg	1187	1175	1183	1182
30	ESTABILIDAD-FLIDO	Kg/cm	3124	3092	3017	3011
31	RELACIÓN POLVO Tmcs 0.075mm/ASFALTO EFECTIVO	%				0.87

OBSERVACIONES: La proporción para la fabricación de la M.A.C. es la siguiente:

Grava Triturada < 3/4" - 1/4" Cantera Gorfino	24.0%
Gravilla < 3/8" - 1/4" Cantera Gorfino	25.0%
Arena Triturada < 3/8" - 3/16" - Cant. Gorfino	49.0%
CAL HIDRATADA	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Zycoterm	0.06%
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

- **Confiabilidad y validez del instrumento**

		MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.
		D09-42 / Ed.00 - Sep 2019 Pág. 1 de 2
<h2 style="margin: 0;">Certificado de Calibración</h2> <h3 style="margin: 0;">LFP22-0085</h3>		
<p>ORDEN DE TRABAJO : OT22-0058</p> <p>CLIENTE : CONSULTORES DEL SUR G.L.A. E.I.R.L.</p> <p>DIRECCIÓN : Mz. A Lt08 A.H. PILAR NORES - ICA - CHINCHA - PUEBLO NUEVO</p> <p>LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p> <p>EQUIPO / INSTRUMENTO DE : PRENSA CBR</p> <p>MARCA : PYS EQUIPOS</p> <p>MODELO : NO INDICA</p> <p>PROCEDENCIA : NO INDICA</p> <p>NUMERO DE SERIE : NO INDICA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : NO INDICA</p> <p>ALCANCE : 0 kg-F a 5000 kg-F</p> <p>DIVISIÓN DE ESCALA : 0,1 kg-F</p> <p>CLASE PRECISIÓN : NO INDICA</p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-01-25</p> <p>FECHA DE EMISIÓN : 2022-01-26</p>	<p>El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La Incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la Incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.</p>	
<p>SELLO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"> DIRECTOR DE LABORATORIO Dante Abelino Pérez </p>		
<p style="margin: 0; font-size: small;"> MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG. Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC. 992 367 283 operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com </p>		

Certificado de Calibración

LFP22-0085

TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del patrón	Certificado de Calibración N°
METROTEC	CELDA PATRON GERMANY MARCA TEST MODELO 341 1MN SERIE 914766	MT-LF-081-2021

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION
Norma Internacional ISO 7500 - 1 / ISO 376

CONDICIONES AMBIENTALES REGISTRADAS

Temperatura inicial : 25,1 °C Temperatura final : 25,2 °C
 Humedad relativa Inicial : 50,4 % Humedad relativa final : 50,7 %

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de Carga: Compresión

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicación del Transductor de Fuerza Patrón					Promedio	Error
			1 ^{ra} Serie Ascenso	2 ^{da} Serie Ascenso	3 ^{ra} Serie		4 ^{ta} Serie Accesorios Ascenso		
					Ascenso	Descenso			
(N)	kN	kg-F	kg-F	kg-F	kg-F	kg-F	kg-F	kg-F	
10	50,99	500,0	497,0	498,0	497,0	498,0	----	497,5	-2,5
20	101,97	1000,0	992,0	989,0	991,0	989,0	----	990,3	-9,8
30	152,96	1500,0	1481,0	1480,0	1483,0	1480,0	----	1481,0	-19,0
40	203,94	2000,0	1972,0	1969,0	1973,0	1969,0	----	1970,8	-29,3
50	254,93	2500,0	2463,0	2460,0	2464,0	2460,0	----	2461,8	-38,3
60	305,91	3000,0	2954,0	2949,0	2955,0	2949,0	----	2951,8	-48,3
70	356,90	3500,0	3438,0	3443,0	3439,0	3443,0	----	3440,8	-59,3
80	407,88	4000,0	3938,0	3933,0	3939,0	3933,0	----	3935,3	-64,8
90	458,87	4500,0	4424,0	4428,0	4425,0	4428,0	----	4426,3	-73,8
100	509,86	5000,0	4930,0	4935,0	4935,0	4935,0	----	4933,8	-66,3

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U(%) k=2
			Indicación a	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa e	Error con Accesorios	
(N)	N	kg-F						
10,0	51,0	500,0	0,5	0,2	----	0,0	----	1,2
20,0	102,0	1000,0	0,9	0,2	----	0,0	----	3,1
30,0	153,0	1500,0	1,3	0,2	----	0,0	----	3,1
40,0	203,9	2000,0	1,5	0,2	----	0,0	----	4,2
50,0	254,9	2500,0	1,5	0,2	----	0,0	----	4,2
60,0	305,9	3000,0	1,6	0,2	----	0,0	----	6,4
70,0	356,9	3500,0	1,7	0,1	----	0,0	----	5,3
80,0	407,9	4000,0	1,6	0,2	----	0,0	----	6,0
90,0	458,9	4500,0	1,7	0,1	----	0,0	----	4,2
100,0	509,9	5000,0	1,4	0,0	----	0,0	----	5,8

RECOMENDACIONES

- No sobre cargar el anillo por encima de su capacidad máxima.
- Realizar la recalibración del anillo según su programa de mantenimiento y/o calibración.
- Por razones de seguridad, colocar los equipos sobre una base sólida y estable de acero o concreto.
- Antes de cada ensayo, verificar con nivel el paralelismo de la base inferior con respecto al cilindro de presión

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
 Jr. Las Gravas No. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 283
 operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-038



DOG-02 / Ed.00 - Sep 2019
Pág. 1 de 3

Certificado de Calibración

LMB22-0070

ORDEN DE TRABAJO	: OT22-0058	El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
CLIENTE	: CONSULTORES DEL SUR G.L.A. E.I.R.L.	
DIRECCIÓN	: Mz. A Lt.08 A.H. PILAR NORES - ICA - CHINCHA - PUEBLO NUEVO	
LUGAR DE CALIBRACION	: LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y	
INSTRUMENTO	: BALANZA	MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.
CLASIFICACIÓN	: NO AUTOMÁTICA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
MARCA / FABRICANTE	: OHAUS	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
MODELO	: SE602F	
NÚMERO DE SERIE	: B428153034	La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La Incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la Incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
CAPACIDAD MÁXIMA	: 600 g	
CAPACIDAD MÍNIMA	: NO INDICA	
DIV. DE ESCALA (d)	: 0,01 g	
DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,1 g	Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.
CLASE DE EXACTITUD	: III	
ΔT LOCAL	: 10 °C	
COEF. DERIVA TÉRMICA	: 0,00001 °C ⁻¹	MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-01-25	
FECHA DE EMISIÓN	: 2022-01-26	

Sello



Director de Laboratorio
Dante Abelino Pérez

TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del Patrón	Certificado de Calibración
INACAL-DM	Juego de pesas desde 1 mg hasta 500 g clase E2	LM-C-099-2021

MÉTODO - PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-001 - Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase III - INACAL-DM, Edición 01 Mayo 2019

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	: CONFORME	Escala	: NO TIENE
Oscilación libre	: CONFORME	Cursor	: NO TIENE
Plataforma	: CONFORME	Nivelación	: CONFORME
Sistema de traba	: NO TIENE	Función de ajuste (CAL)	: Interna <input type="checkbox"/> Externa <input checked="" type="checkbox"/> No tiene: <input type="checkbox"/>

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

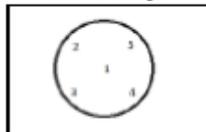
Temp. Ambiente	Inicial = 25,5 °C	Humedad (%)	Inicial = 42,5 %
	Final = 25,6 °C		Final = 41,4 %

Medición N°	Carga L ₁ = 288,99888 g			Carga L ₂ = 800,00000 g			
	I g	ΔL mg	E ₁ mg	I g	ΔL mg	E ₂ mg	
1	300,00	5	0	600,00	7	-2	
2	300,00	6	-1	600,00	7	-2	
3	300,00	5	0	600,00	5	0	
4	300,00	8	-3	600,00	5	0	
5	300,00	5	0	600,00	6	-1	
6	300,00	4	1	600,00	4	1	
7	300,00	7	-2	600,00	5	0	
8	300,00	5	0	600,00	6	-1	
9	300,00	5	0	600,00	4	1	
10	300,00	4	1	600,00	5	0	
ΔE ₁ = Max E ₁ - Min E ₁ =			4 mg	ΔE ₂ = Max E ₂ - Min E ₂ =			3 mg
EMP para L ₁ =			± 300 mg	EMP para L ₂ =			± 300 mg

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura Ambiente	Inicial = 25,6 °C	Humedad (%)	Inicial = 41,4 %
	Final = 25,7 °C		Final = 41,4 %

Posición de la carga	Determinación de E ₁				Determinación de error corregido E ₂				
	Carga mínima g	I g	ΔL mg	E ₁ mg	Carga L g	I g	ΔL mg	E mg	E ₂ mg
1		0,10	5	0		200,00	5	0	0
2		0,10	6	-1		200,00	6	-1	0
3	0,10000	0,10	7	-2	199,99998	200,00	5	0	2
4		0,10	5	0		200,00	7	-2	-2
6		0,10	7	-2		200,00	5	0	2
Posición de las cargas					EMP para carga E ₂ en excentricidad = ± 200 mg				



Vista Frontal

NOMENCLATURA

I : Indicación de la balanza
E₁ : Error en ensayo de repetibilidad carga L₁
E₂ : Error en ensayo de repetibilidad carga L₂

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Pionero 79 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 263
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com



Certificado de Calibración
LMB22-0070

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Ambiente Inicial = 25,7 °C Humedad (%) Inicial = 41,4 %
Final = 25,8 °C Final = 40,3 %

Carga L g	Cargas orientales				Cargas deorientales				EMP ± mg
	I g	ΔL mg	E mg	E ₀ mg	I g	ΔL mg	E mg	E ₀ mg	
0,100001	0,10	5	0						
0,200005	0,20	6	-1	-1	0,20	5	0	0	100
1,000003	1,00	6	-1	-1	1,00	6	-1	-1	100
10,000017	10,00	5	0	0	10,00	7	-2	-2	100
49,999980	50,00	4	1	1	50,00	5	0	0	100
99,999910	100,00	7	-2	-2	100,00	4	1	1	200
199,999980	200,00	5	0	0	200,00	7	-2	-2	200
299,999990	300,00	6	-1	-1	300,00	6	-1	-1	300
399,999930	400,00	5	0	0	400,00	5	0	0	300
500,000090	500,00	4	1	1	500,00	4	1	1	300
600,000000	600,00	5	0	0	600,00	5	0	0	300

NOMENCLATURA

L : Carga aplicada utilizando pesas patrón.
I : Indicación de la balanza.
E : Error obtenido de calcular $I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$
ΔL : Carga incrementada
E₀ : Error corregido resultante de calcular $E - E_0$
E₀ : Error en cero
EMP : Error Máximo Permisible

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL RESULTADO DE UNA PESADA

$$R_{CORREGIDA} = R - 9,531E-08 \cdot R$$

$$U_k = 2 \times \sqrt{1,902E-05 + 8,418E-08 \times R^2} \cdot g$$

NOMENCLATURA

R : Lectura obtenida de la indicación de la balanza en las unidades que se visualiza.
R_{CORREGIDA} : Lectura corregida de la balanza.
U_k : Incertidumbre expandida del resultado de una pesada.

INDICACIONES ADICIONALES

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva que indica el estado de la calibración.
- La capacidad mínima para esta clase de balanza según la NMP-003-2009 es de 0,2 g
- La clase de exactitud de esta balanza según la NMP-003-2009 es **Medio III**
- El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la consideración del PO-001:Ed. 01/Accepte 10.1
- Previo al inicio de la calibración se realizó una verificación obteniéndose:

Carga aplicada g	I g	E g	EMP g
600	599,94	-0,06	0,30

Debido a los errores obtenidos en la verificación, se hizo el ajuste con la función:

CAL interna No se hizo ajuste
CAL externa Indicar pesa utilizada

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

Certificado de Calibración LTC21-0155

ORDEN DE TRABAJO : OT20-0414

CLIENTE : CONSULTORES DEL SUR G.L.A. E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZ. E LOTE 08 A.H. PILAR NORES - ICA - CHINCHA - PUEBLO NUEVO

LUGAR DE CALIBRACIÓN : INSTALACIONES DEL CLIENTE

INSTRUMENTO CALIBRADO : ESTUFA

MARCA / FABRICANTE : P Y S EQUIPOS

MODELO : STHX-1A

SERIE : 14729

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

VENTILACIÓN : NATURAL

POSICIÓN SELECTOR : 110 °C

INDICADOR : DIGITAL

ALCANCE / Div. Min. INDICADOR : 0 °C a 500 °C / 0,1 °C

SELECTOR : DIGITAL

ALCANCE / Div. Min. SELECTOR : 0 °C a 500 °C / 0,1 °C

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C ± 5 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-11-23

FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-03

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

Sello




Director de Laboratorio
Danilo W. Abalino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gracias Nro. 1853 Urb. Primavera 79 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPD: 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración LTC21-0155

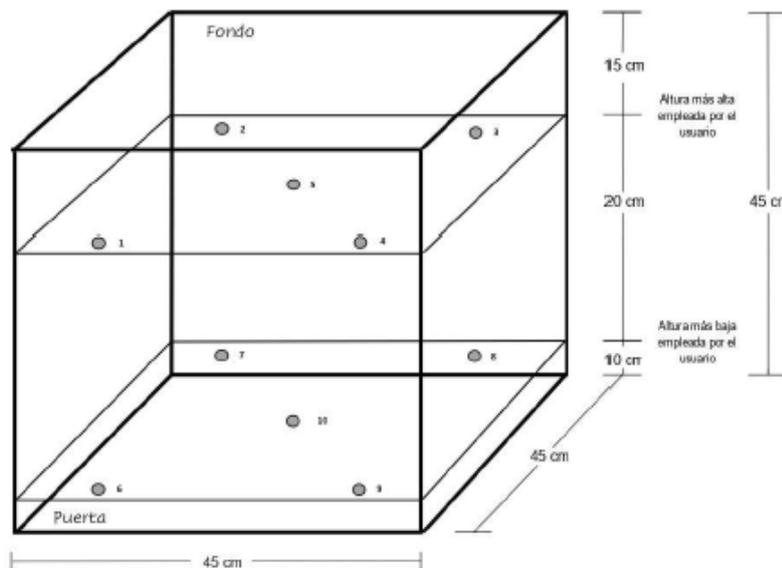
TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del patrón	Certificado de Calibración
M.S.G.	TERMOMETRO MULTICANAL DELTA OHM HD32.8	LTT20-0048

PROCEDIMIENTO Y/O MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Determinación de la distribución interna de temperatura del Medio Isotermo comparada contra las indicaciones del termómetro propio del mencionado Baño, según el procedimiento PC-018. "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios termostáticos con aire como medio termostático". Edición 02- junio 2009, del INDECOPI-SNM.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima del nivel más alto empleado por el usuario.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo del nivel más bajo empleado por el usuario.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 12 cm de las paredes laterales y a 11 cm del frente y fondo del baño termostático.

OBSERVACIONES

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se **2 horas** después que se cerró la puerta y se encendió el equipo.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en las que se llevó a cabo, el **Cumple con las especificaciones del usuario**
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- La carga estaba constituida por **Material de Ensayo**
- El set point del equipo estuvo ajustado en **110 °C**

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
 Jr. Las Grapas Nro. 1853 Urb. Flores 79 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / R.P.C. 992 367 283
 operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración LTC21-0155

TEMPERATURA DE CALIBRACION : 110,0 °C ± 5,0 °C

CONDICIONES AMBIENTALES REGISTRADAS

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
INICIAL	23,2	69
FINAL	22,9	67,2

Tiempo (hh:mm)	T _{amb} (°C) Temperatura ambiente	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T _{PROM} °C	T _{max} , T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
11:30	110	111,27	111,42	112,19	113,24	111,85	110,99	111,37	112,89	112,01	112,49	111,98	2,25
11:32	110	111,13	112,34	112,43	114,04	111,85	111,49	111,27	113,39	112,11	113,97	112,40	2,92
11:34	110	111,87	112,68	112,19	113,34	111,75	110,99	111,42	112,69	113,88	112,54	112,27	2,89
11:36	110	111,52	112,19	112,82	113,54	111,75	111,19	110,92	113,49	112,01	112,14	112,17	2,82
11:38	110	111,13	112,29	112,38	113,10	111,90	111,49	111,42	112,99	112,36	112,61	112,17	1,97
11:40	110	111,47	112,29	112,87	112,85	111,85	111,53	111,37	113,49	112,16	112,85	112,27	2,19
11:42	110	111,37	111,37	112,62	112,40	112,09	110,99	111,51	113,75	112,06	113,19	112,12	2,76
11:44	110	110,98	111,37	113,16	112,40	111,64	111,83	111,37	113,64	112,31	113,34	112,12	2,28
11:46	110	111,08	112,19	112,72	112,95	111,85	111,39	111,17	111,99	112,52	112,75	112,02	1,87
11:48	110	110,98	112,13	113,01	113,79	111,89	111,24	111,17	112,49	113,09	112,89	112,30	3,80
11:50	110	111,83	112,34	112,82	112,50	111,85	110,99	111,47	113,09	112,21	113,51	112,17	3,82
11:52	110	111,57	112,19	112,53	113,79	111,85	111,49	110,97	112,99	113,78	112,54	112,37	2,82
11:54	110	111,13	112,13	112,33	113,59	111,75	111,63	110,92	112,09	112,11	112,79	112,04	2,87
11:56	110	111,47	112,34	112,96	113,94	111,90	111,53	111,42	113,34	112,31	113,48	112,46	2,53
11:58	110	111,37	112,29	113,55	113,69	111,89	111,63	111,17	113,34	113,98	113,19	112,99	2,81
12:00	110	111,77	112,08	112,96	113,69	111,89	111,49	111,71	113,09	112,36	112,79	112,36	2,21
12:02	110	111,23	112,34	113,26	113,49	111,75	111,58	110,92	112,39	112,41	112,95	112,19	2,87
12:04	110	111,72	111,47	110,99	110,90	111,90	111,29	111,17	111,74	112,47	113,09	111,57	2,91
12:06	110	111,42	109,74	113,11	112,70	111,90	111,63	111,12	112,99	112,31	114,87	112,06	4,23
12:08	110	111,47	109,58	113,59	112,50	111,89	111,24	111,07	113,29	112,16	113,92	112,07	4,33
12:10	110	111,13	109,48	112,96	112,85	111,85	111,49	111,17	112,44	113,78	113,71	112,07	4,30
12:12	110	111,52	109,48	113,31	113,00	111,85	111,73	111,82	112,89	112,36	114,02	112,12	4,54
12:14	110	111,57	109,48	113,31	113,05	112,05	110,99	110,87	112,39	112,31	112,19	111,82	3,82
12:16	110	111,82	109,48	113,26	112,50	112,00	111,09	110,92	112,39	112,06	114,02	111,93	4,54
12:18	110	109,80	109,48	113,49	112,95	111,95	111,34	110,82	112,44	112,06	112,19	111,53	4,40
12:20	110	109,15	109,53	113,55	113,39	112,05	111,34	111,82	112,09	112,62	112,49	111,72	4,40
12:22	110	111,72	109,53	113,60	113,00	112,05	111,49	111,07	113,80	112,67	112,60	112,17	4,26
12:24	110	111,87	109,53	111,70	113,39	112,00	111,34	111,82	112,49	112,28	112,79	111,81	3,86
12:26	110	111,57	109,48	113,31	113,05	112,05	111,14	111,87	111,99	112,16	112,39	111,82	3,82
12:28	110	109,80	109,48	113,55	113,15	112,05	111,34	111,22	113,95	112,21	112,19	111,81	4,26
12:30	110	109,30	109,44	113,40	112,85	112,00	111,68	111,07	111,79	112,21	112,14	111,65	4,30
T _{PROM}	110	111,89	110,98	112,87	113,05	111,89	111,38	111,16	112,78	112,53	112,94	112,07	
T _{MAX}	110	111,87	112,34	113,60	114,04	112,05	111,83	111,71	113,95	113,88	114,87		
T _{MIN}	110	109,80	109,48	110,99	110,90	111,64	110,99	110,82	111,74	112,01	112,14		
DTT	0	2,87	2,86	3,50	3,14	0,35	0,94	0,89	2,21	1,97	1,93		

Parámetros	Valor	Incertidumbre Expandida °C
Máxima temperatura registrada durante la calibración	114,07 °C	0,17 °C
Mínima temperatura registrada durante la calibración	109,00 °C	0,19 °C
Desviación de Temperatura en el Espacio (DTE)	2,07 °C	0,15 °C
Desviación de Temperatura en el Tiempo (DTT)	3,50 °C	0,04 °C
Uniformidad	4,95 °C	0,15 °C
Estabilidad (±)	1,75 °C	0,02 °C

Certificado de Calibración **LTC21-0155**

TERMINOLOGÍA EMPLEADA

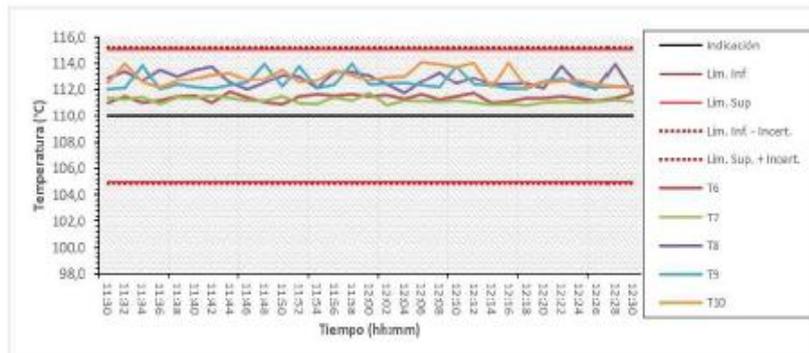
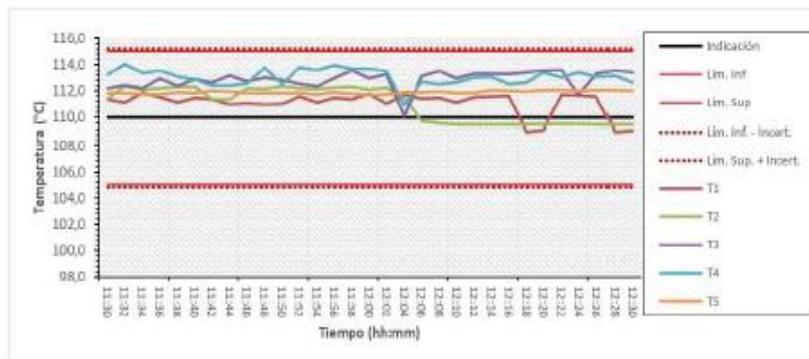
- T.PROM** = Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom** = Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MÁX.** = Temperatura máxima
- T. MIN.** = Temperatura mínima
- DTT** = Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del 0,06 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo
 La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C \pm 5 °C



Certificado de Calibración *LTC21-0155*

Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura y de las cargas en el medio isoterma



FIN DEL CERTIFICADO

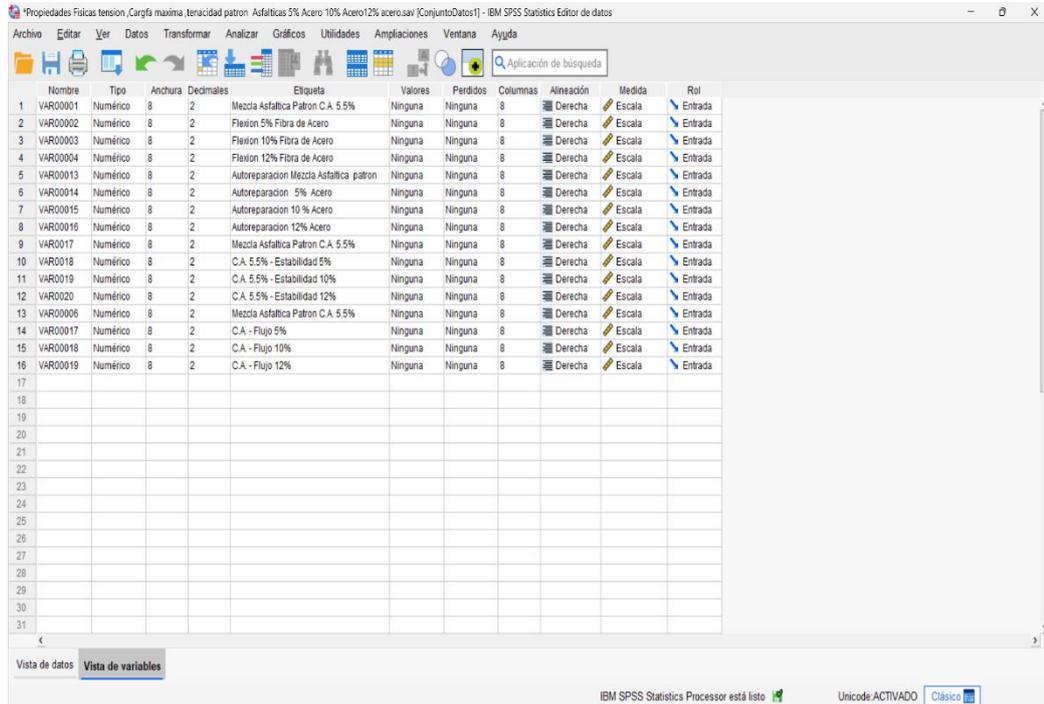
- **La data del procesamiento de datos**

- **Recolección de datos**

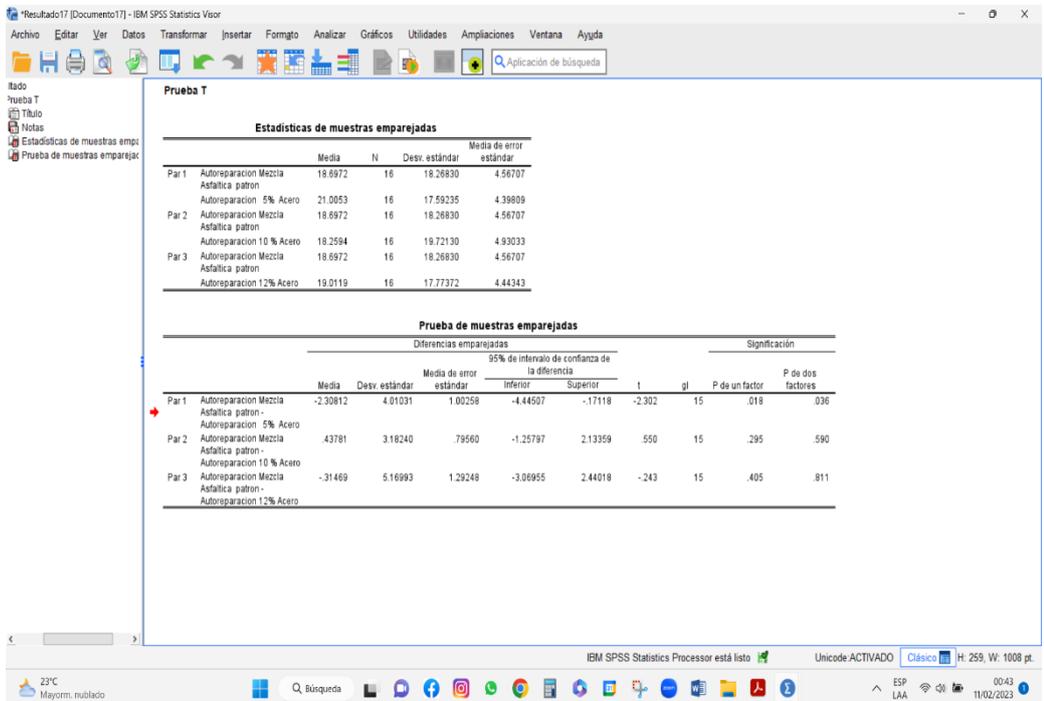
ETAPA	Muestra	Tiempo (tg)	Temperatura (C°)	Carga maxima (N)	Tension Maxima (N/mm2)	Tenacidad (N/mm2)	Auto recuperación (%)
Inicio	1			3859	4.08	23.46	0
	2			2316	3.32	16.21	0
	3			2638	3.75	15.63	0
	4			761	4.15	3.87	0
Primeros	1	180	130	1477	2.52	6.31	47.36
	2	180	140	170	1.31	4.67	46.82
	3	240	130	1253	1.87	5.88	48.87
	4	240	145	1175	1.98	6.29	46.04
Segunda	1	180	130	866	1.6	6.74	16.11
	2	180	140	582	0.475	1.2	17.11
	3	240	130	394	1.24	1.52	103.23
	4	240	145	475	0.98	0.95	72.37
Terceros	1	180	130	913	1.51	0.13	9.39
	2	180	140	435	3.44	0.158	7.94
	3	240	130	162	0.95	0.15	14.16
	4	240	145	644	0.99	0.167	13.66

VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008	VAR00009	VAR00010	VAR00011	VAR00012	VAR00013	VAR00014	VAR00015	VAR00016	VAR00017	VAR00018	VAR00019
3859.00	3903.00	3947.00	3991.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1064.00	1163.00	1128.00	1187.00	3.60	3.40	3.80	3.80			
2316.00	2841.00	3366.00	3881.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1121.00	1163.00	1161.00	1175.00	3.60	3.60	3.70	3.80			
2638.00	2744.00	2850.00	2953.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.00	1146.00	1156.00	1183.00	3.70	3.80	3.80	4.20			
761.00	2801.00	4841.00	6851.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
1477.00	1698.00	1917.00	2132.00	47.36	43.47	50.00	48.61											
870.00	1208.00	1544.00	1880.00	46.82	46.26	48.31	45.91											
1253.00	1340.00	1425.00	1510.00	48.87	48.00	47.61	51.00											
1131.00	1401.00	1669.00	1817.00	46.04	50.00	52.62	35.50											
808.00	739.00	668.00	738.00	16.31	18.90	13.14	16.91											
582.00	446.00	308.00	446.00	17.11	17.45	16.08	17.81											
594.00	654.00	712.00	770.00	10.13	23.79	14.88	26.51											
475.00	702.00	927.00	1152.00	21.37	25.01	20.00	19.11											
913.00	616.00	1081.00	1546.00	9.39	15.77	4.33	8.10											
435.00	321.00	488.00	933.00	7.94	12.54	5.18	6.12											
162.00	488.00	687.00	935.00	14.16	17.02	9.38	16.10											
644.00	501.00	703.00	906.00	13.66	17.88	10.62	12.51											

- Procesamiento de datos



- Presentación de datos



- **Consentimiento informado**

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

Estimado participante.

Yo, Chumpitaz Hernandez, Gustavo Leonardo, con DNI 46783184, alumno de la Universidad Peruana los Andes del programa de Taller de tesis para optar el título de Ingeniero Civil, estoy desarrollando la investigación titulada:

“INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL DESEMPEÑO DE MEZCLA ASFALTICA AUTO REPARABLE EN LAS VIAS DE ELMER FAUCETT”, con el objetivo de “Demostrar la influencia de la incorporación de fibras de acero en el desempeño de mezclas asfálticas auto reparables en las vías de Elmer Faucett”

Por medio de la presente manifiesto que el laboratorio participe en la investigación, contribuyendo con los diferentes ensayos para la presente investigación.

La información brindada será de gran ayuda porque sus datos nos apoyaran a generar información relevante para analizar y comprender el problema de investigación. Sírvase a firmar el presente consentimiento informado.

Yo, Consultores del Sur G.L.A. Laboratorio de suelos, concreto y pavimentos, después de haber leído las condiciones del presente estudio, acepto participar contribuyendo los datos necesarios para la presente investigación.


CONSULTORES DEL SUR G.L.A.
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Quispe Montroy Godo Hernán
GERENTE


Ing° Pablo E. Flores León
C.I.P. 128886

Lima, 15 de Diciembre del 2022

- **Fotografía de la aplicación del instrumento**

