



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Adición de la fibra de caucho en asfalto reciclado mediante fresado
en frío mejorando su comportamiento físico-mecánico Moquegua,
2023

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

AUTOR:

Apaza Alvarado, Guillermo Cesar (orcid.org/0009-0002-6614-8369)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por la vida y por darme una hermosa familia, a mi padre Hermógenes Quispe Huacan, a mi madre la señora Emilia alvarado, a mis hermanos por todo su apoyo, su aliento y compañía durante este periodo son un motivo para Seguir adelante y para todos los que en algún momento fueron de apoyo en mi universidad y escuela.

Apaza Alvarado, Guillermo Cesar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada uno de mis docentes quienes con su labor y pasión de enseñanza supieron sacar lo mejor de mis conocimientos, durante mi formación universitaria, así también a mi asesor por brindarnos los procedimientos para la realización de esta tesis y en general a todos los que contribuyeron para la realización de esta investigación.

Apaza Alvarado, Guillermo Cesar

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Adición de la fibra de caucho en asfalto reciclado mediante fresado en frío mejorando su comportamiento físico-mecánico Moquegua, 2023

", cuyo autor es APAZA ALVARADO GUILLERMO CESAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 23-08-2024 19:57:48

Código documento Trilce: TRI - 0774244



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, APAZA ALVARADO GUILLERMO CESAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de la fibra de caucho en asfalto reciclado mediante fresado en frío mejorando su comportamiento físico-mecánico Moquegua, 2023

", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO DNI: 47166279 ORCID: 0009-0002-6614-8369	Firmado electrónicamente por: GCAPAZA el 26-06- 2024 14:44:43

Código documento Trilce: TRI - 0774246



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	80
3.7. Aspectos éticos	80
IV. RESULTADOS	82
V. DISCUSIÓN	94
VI. CONCLUSIONES.....	112
VII. RECOMENDACIONES.....	114

REFERENCIAS.....	116
ANEXOS	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de materiales - en frío y recuperación.....	11
Tabla 2. Propiedades de los agregados.....	12
Tabla 3. Total, de muestras a realizar.....	18
Tabla 4. Propiedades físico-mecánicas con RC.....	82
Tabla 5. Densidad con RC.....	83
Tabla 6. Vacíos con RC.....	85
Tabla 7. Estabilidad con RC.....	87
Tabla 8. Flujo con RC.....	88
Tabla 9. ANOVA densidad.....	90
Tabla 10. ANOVA vacios.....	91
Tabla 11. ANOVA estabilidad.....	92
Tabla 12. ANOVA flujo.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Llantas recicladas	10
Figura 2. Ubicación política	22
Figura 3. Ubicación departamental	22
Figura 4. Localización de la zona de estudio	22
Figura 5. Area de influencia	23
Figura 6. Estado actual de la carpeta asfáltica.....	23
Figura 7. Estado actual de la carpeta asfáltica.....	24
Figura 8. Estado actual de la carpeta asfáltica.....	24
Figura 9. Extracción del material.....	25
Figura 10. Extracción del material con givas giratorias	26
Figura 11. Utilización de la maquina fresadora	26
Figura 12. Extracción de 6 cm de carpeta asfáltica.....	27
Figura 13. Colocación del material en el camión.....	27
Figura 14. Material del fresado extraído.....	28
Figura 15. Material extraído de muestra en frio.....	28
Figura 16. Muestra del material del fresado	29
Figura 17. Muestra asfalto reciclado mediante el fresado en frio 110°	29
Figura 18. El peso del filtro para el asfalto reciclado	30
Figura 19. Lavado asfáltico con gasolina de 95 premium	30
Figura 20. Mezcla del asfalto reciclado mediante el fresado en frio	31
Figura 21. Muestra de asfalto reciclado mediante el fresado en frio	31
Figura 22. Centrifuga para el lavado asfáltico del material	32
Figura 23. Verificación del asfalto	32
Figura 24. Muestra de asfalto reciclado mediante el fresado en frio	33
Figura 25. Muestra de asfalto reciclado	33

Figura 26. Cuarteo de muestra de asfalto reciclado en frio.....	34
Figura 27. Pesaje y llevado al horno a una temperatura de 110°.....	34
Figura 28. Separación del agregado por la malla N°4.....	35
Figura 29. Material pasante de la malla N°4 del agregado fino.....	35
Figura 30. Granulometría del agregado grueso	36
Figura 31. Granulometría del material del asfalto	36
Figura 32. Granulometría del agregado fino del material de asfalto.....	37
Figura 33. Granulometría del agregado fino del material de asfalto.....	37
Figura 34. Clasificación y pesaje de retenidos de las mallas	38
Figura 35. Granulometría por 1/2", 1", 3/4", 3/8"	38
Figura 36. Máquina de los ángeles	39
Figura 37. Unión con el asfalto reciclado	39
Figura 38. Degradación del material del asfalto reciclado en frio.....	40
Figura 39. Peso unitario del agregado grueso del material	40
Figura 40. Muestra del material del asfalto reciclando	41
Figura 41. Peso de la muestra del material del asfalto reciclado	41
Figura 42. Muestra del agregado fino del material del asfalto reciclado	42
Figura 43. Muestra del material del asfalto reciclado	42
Figura 44. Muestra del material del asfalto reciclado	43
Figura 45. Peso de muestra del material del asfalto reciclado	43
Figura 46. Muestra del material del asfalto reciclado	44
Figura 47. Ensayo del cono para asfalto reciclado.....	44
Figura 48. Compacta a 25 golpes por capa con una varilla	45
Figura 49. Peso de la muestra del asfalto reciclado.....	45
Figura 50. Muestra es saturada en una fiola	46
Figura 51. Muestra saturada en una fiola.....	46
Figura 52. Pesos de la muestra saturada en la fiola y el peso seco del material	47

Figura 53. Lavado de muestra saturada	47
Figura 54. Secado superficial de la muestra saturada	48
Figura 55. Peso de la muestra sumergida del agregado grueso.....	48
Figura 56. Peso de la muestra seco del agregado grueso	49
Figura 57. Solución stock para material del asfalto reciclado	49
Figura 58. Mezclado el agua destilada para la solución stock	50
Figura 59. Saturando el material del asfalto reciclado	50
Figura 60. Material del asfalto reciclado pasante de la malla N°4.....	51
Figura 61. Llenado de probetas con solución stock hasta las 4 pulg	51
Figura 62. Probetas con el material de asfalto reciclado.....	52
Figura 63. Sifoneo y reposo de 10 min	52
Figura 64. Lectura de arena y arcillas con el embolo.....	53
Figura 65. Material pasante de la malla	53
Figura 66. Material pasante de la malla N°40 el cual es saturado y mezclado	54
Figura 67. Ensayo de limites de plasticidad del material reciclado	54
Figura 68. Extracción de muestra del material.....	55
Figura 69. Peso de la muestra húmeda del material.....	55
Figura 70. Limite liquido del material de fresado en frio.....	56
Figura 71. Muestra del límite plástico del material	56
Figura 72. Muestra del límite plástico del material	57
Figura 73. Ubicación de la planta relino	57
Figura 74. Inspección de neumáticos.....	58
Figura 75. Raspado de neumaticos	58
Figura 76. Aserrín de jebe donde se almacena el raspado.....	59
Figura 77. Muestra de fibra de caucho reciclado de las llantas	59
Figura 78. Muestra de fibra de caucho in situ	60
Figura 79. Muestra de fibra de caucho reciclado de las llantas	60

Figura 80. Muestra de fibra in situ.....	61
Figura 81. Muestra de fibra de caucho representativa	61
Figura 82. Granulometría de la fibra de caucho	62
Figura 83. Tamizaje de fibra de caucho	62
Figura 84. Selección de fibra de caucho por tamizaje.....	63
Figura 85. Selección del caucho por la malla N°16.....	63
Figura 86. Fibra de caucho retenida en el tamiz N°16	64
Figura 87. Muestra de RC-250.....	65
Figura 88. Materiales empleados en la investigación.....	66
Figura 89. RC-250 al 2% según el porcentaje de 24 gr	67
Figura 90. Pesaje de RC-250 al 2.5% según el porcentaje de 30g.....	67
Figura 91. Pesaje del RC-250 según el porcentaje de 36 gr.....	68
Figura 92. Medición de temperatura del asfalto	68
Figura 93. Mezcla de RC-250 al 2% según el porcentaje de 24gr	69
Figura 94. Mezcla de RC-250 al 2.5% según el porcentaje de 30gr	69
Figura 95. Mezcla de RC-250 al 3% según el porcentaje de 36 gr	70
Figura 96. Pastillas con RC-250 al 2%, 2.5% 3%	70
Figura 97. Adición de fibra de caucho al 0.25% ,0.5% ,0.5% , 1% , 1.25%	71
Figura 98. RC-250 al 3% de 36 gr con asfalto reciclado	71
Figura 99. Muestra de 1200gr de asfalto reciclado	72
Figura 100. Adición del 0.25% de fibra de caucho	72
Figura 101. Compactación y preparación de pastilla de asfalto.....	73
Figura 102. Preparación de pastilla de asfalto	73
Figura 103. Compactación con la adición del 0.75% de fibra de caucho	74
Figura 104. Adición de 1% de fibra de caucho.....	74
Figura 105. Adición del 1% de fibra de caucho en asfalto	75
Figura 106. Compactación al 1% de fibra de caucho.....	75

Figura 107. Pastillas con RC-250 y fibra de caucho	76
Figura 108. Pastillas de asfalto reciclado y peso seco	76
Figura 109. Pastillas de asfalto reciclado saturado en 5 minutos.....	77
Figura 110. Pastillas de asfalto reciclado saturados	77
Figura 111. Pastillas de asfalto reciclado sumergido	78
Figura 112. Pastillas patrón de asfalto reciclado con RC-250 al 3%.....	78
Figura 113. Pastillas de asfalto reciclado con fibra de caucho al 0.25%.....	79
Figura 114. Pastillas de asfalto reciclado con fibra de caucho al 0.5%.....	79
Figura 115. Pastillas de asfalto reciclado mediante el fresado en frio y RC-250	80
Figura 116. Densidad con RC	84
Figura 117. Vacíos con RC	86
Figura 118. Estabilidad con RC.....	88
Figura 119. Flujo con RC	90

RESUMEN

La investigación sobre la incorporación de RC en mezclas asfálticas recicladas tiene como objetivo analizar la influencia de la adición de caucho reciclado en su comportamiento físico-mecánico. La metodología incluye la preparación de mezclas con diferentes porcentajes de RC y su evaluación mediante ensayos de densidad, vacíos, estabilidad y flujo. Los resultados mostraron que la densidad de las mezclas disminuyó progresivamente con el aumento de RC, alcanzando una reducción del 5.06% con RC+1.25%. La proporción de vacíos aumentó significativamente, llegando a un incremento del 123.21% con la máxima dosificación de RC. En cuanto a la estabilidad, se observó una tendencia no lineal, con un aumento inicial de 12.52% con RC+0.25% y una disminución de hasta 26.53% con RC+1.00%, para luego incrementarse a 21.79% con RC+1.25%. El flujo mostró un aumento constante, alcanzando un incremento del 80.85% con la máxima dosificación de RC. En conclusión, la adición de RC mejora la flexibilidad y la capacidad de deformación de la mezcla asfáltica, pero también aumenta los vacíos y reduce la densidad, lo que puede comprometer la estabilidad estructural. Optimizar la dosificación de RC es crucial para equilibrar estas propiedades y asegurar un desempeño óptimo de las mezclas asfálticas recicladas.

Palabras clave: Caucho, asfalto, vacíos, estabilidad, densidad.

ABSTRACT

The objective of the research on the incorporation of RC in recycled asphalt mixes is to analyze the influence of the addition of recycled rubber on their physical-mechanical behavior. The methodology includes the preparation of mixtures with different percentages of RC and their evaluation by means of density, voids, stability and flow tests. The results showed that the density of the mixes decreased progressively with increasing RC, reaching a reduction of 5.06% with RC+1.25%. The void ratio increased significantly, reaching an increase of 123.21% with the maximum RC dosage. As for stability, a non-linear trend was observed, with an initial increase of 12.52% with RC+0.25% and a decrease of up to 26.53% with RC+1.00%, then increasing to 21.79% with RC+1.25%. The flux showed a steady increase, reaching an increase of 80.85% with the maximum dosage of RC. In conclusion, the addition of RC improves the flexibility and deformation capacity of the asphalt mixture, but also increases voids and reduces density, which can compromise structural stability. Optimizing the RC dosage is crucial to balance these properties and ensure optimal performance of recycled asphalt mixtures.

Keywords: Rubber, asphalt, voids, stability, density.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la mejora en la resistencia y durabilidad del pavimento, con la incorporación de caucho reciclado en mezclas de RAP no solo reutiliza materiales, sino que también mejora las propiedades mecánicas del pavimento. Estudios han demostrado que las mezclas asfálticas con caucho reciclado presentan una mayor resistencia a la deformación permanente y a las fisuras por fatiga, lo que prolonga significativamente la vida útil de las carreteras (RAHA GROUP, 2016).

Utilizar RAP y caucho reciclado disminuye la necesidad de producir asfalto virgen, lo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. La producción de asfalto virgen es intensiva en energía y recursos, y su reemplazo parcial con RAP y caucho reciclado puede resultar en una reducción considerable de la huella de carbono de los proyectos de pavimentación (Sang-Yum et al. 2024; Medina et al. 2018).

La utilización de RAP y caucho reciclado es un excelente ejemplo de economía circular, donde los materiales al final de su vida útil se reintegran en el ciclo productivo. Este enfoque no solo reduce los residuos, sino que también proporciona una fuente de materiales de construcción que es económicamente viable y ambientalmente sostenible. El reciclaje de caucho de neumáticos usados en mezclas asfálticas aborda el problema global de la acumulación de neumáticos desechados, que representan una amenaza ambiental significativa debido a su volumen y a los riesgos de incendio y contaminación. Al integrar caucho reciclado en pavimentos, se reduce la cantidad de neumáticos que llegan a los vertederos (Gautam et al. 2022; Higuera-Sandoval, Olarte-Riaño y Soler-Sánchez 2019).

Las mezclas asfálticas que incorporan caucho reciclado han mostrado mejoras en la resistencia al deslizamiento y en la absorción de ruido, lo que contribuye a una conducción más segura y cómoda. Estas propiedades mejoradas pueden reducir los accidentes de tráfico y mejorar la calidad de vida en áreas urbanas densamente pobladas (Hou, Xu y Huang 2017).

La gestión del pavimento asfáltico recuperado (RAP) y de los neumáticos desechados en Perú enfrenta serios desafíos que afectan tanto al medio ambiente como a la economía. Uno de los principales problemas es la acumulación de RAP en vertederos, lo que no solo ocupa un valioso espacio, sino que también genera riesgos de

contaminación del suelo y las aguas subterráneas (Hoyos 2021; Figueroa y Fonseca 2020). El asfalto puede liberar hidrocarburos y otros compuestos tóxicos, perjudicando los ecosistemas locales y poniendo en peligro la salud pública (Méndez y Torres 2022).

Otro desafío significativo es la falta de normativas claras y consistentes que regulen el reciclaje y la reutilización de RAP y caucho de neumáticos. La ausencia de políticas específicas y estándares técnicos dificulta la implementación de prácticas sostenibles, resultando en una subutilización de estos materiales. Esta carencia normativa limita la capacidad del país para aprovechar los beneficios ambientales y económicos del reciclaje de RAP y caucho, perpetuando prácticas de disposición inadecuadas que agravan los problemas ambientales (Romero 2023) .

El costo inicial elevado para adaptar plantas de producción y adquirir equipos especializados para el procesamiento de RAP y caucho reciclado es otro obstáculo. Muchas empresas de construcción en Perú, especialmente las pequeñas y medianas, no pueden permitirse estas inversiones significativas, lo que restringe la adopción de tecnologías de reciclaje. Sin la infraestructura adecuada, es difícil procesar y reutilizar estos materiales de manera efectiva, lo que lleva a una mayor dependencia de agregados y asfalto virgen (Méndez y Torres 2022).

La falta de datos y estudios a largo plazo sobre el desempeño de pavimentos que incorporan altos porcentajes de RAP y caucho reciclado genera incertidumbre. Aunque se han observado mejoras iniciales en ciertas propiedades mecánicas, la durabilidad y la resistencia a condiciones climáticas y de tráfico a largo plazo no están completamente comprendidas. Esta falta de información puede limitar la confianza de los ingenieros y autoridades en el uso de estos materiales, frenando su adopción en proyectos de infraestructura crítica (Enriquez y Cuentas 2023).

Por lo expuesto, en la investigación se tiene como **problema general**: ¿De qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento físico y mecánico? Asimismo se tiene como problemas específicos, **PE1**: ¿De qué manera influye la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de densidad?, como **PE2**: ¿De qué manera influye la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de

proporción de vacíos? Como **PE3**: ¿De qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento de mecánico de estabilidad? y finalmente como **PE4**: ¿De qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento de mecánico de flujo?

Como justificación con enfoque **práctico** es el abordar el problema del deterioro de pavimentos es esencial para mejorar la durabilidad y el desempeño de las infraestructuras viales, especialmente en regiones con condiciones climáticas y de tráfico variables como Moquegua. La implementación de fibra de caucho no solo promueve la reutilización de materiales reciclados, reduciendo los costos y el impacto ambiental, sino que también mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del asfalto, tales como la resistencia a la tracción, el módulo de rigidez, la durabilidad y la resistencia a la fatiga. **Metodológicamente**, la investigación se fundamenta en un riguroso enfoque experimental, donde las muestras de asfalto reciclado se preparan con distintas proporciones de fibra de caucho y se someten a una serie de pruebas estandarizadas, incluyendo resistencia a la tracción indirecta, módulo de rigidez, estabilidad Marshall, y análisis térmico, asegurando la obtención de datos cuantitativos precisos y replicables que validen la eficacia de la adición de fibra de caucho en el mejoramiento del comportamiento del pavimento reciclado.

Como **justificación económicamente**, esta práctica permite reducir considerablemente los costos de construcción y mantenimiento de pavimentos, ya que el uso de materiales reciclados y la incorporación de fibra de caucho disminuyen la necesidad de nuevos agregados y betunes, optimizando los recursos disponibles. Además, la mejora en la durabilidad y resistencia del pavimento resultante reduce los costos asociados a reparaciones frecuentes y prolonga la vida útil de las vías, generando ahorros a largo plazo para las administraciones públicas y privadas. Desde una perspectiva **ambiental**, esta investigación contribuye significativamente a la sostenibilidad al promover el reciclaje de neumáticos fuera de uso, mitigando el problema de la acumulación de residuos de caucho en los vertederos. La reutilización de estos materiales reduce la extracción de recursos naturales y disminuye la huella de carbono asociada a la producción de nuevos materiales de construcción. Asimismo, la mejora en la durabilidad del pavimento implica menos intervenciones de mantenimiento, lo que se traduce en una menor emisión de gases de efecto

invernadero y un menor impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del pavimento. En conjunto, estos beneficios económicos y ambientales subrayan la importancia y viabilidad de la implementación de esta tecnología en proyectos de infraestructura vial de residuos, alineándose con la responsabilidad de cuidar nuestro planeta.

Como **objetivo general** Analizar de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejora el comportamiento físico y mecánico Moquegua 2023 los **objetivos específicos** son: **OE1:** Determinar de qué manera influye incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de densidad, **OE2:** Determinar de qué manera influye incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de proporción de vacíos. **OE3:** Determinar de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento mecánico de estabilidad. **OE4:** Determinar de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento mecánico de flujo.

Como **hipótesis general:** “la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejora el comportamiento físico y mecánico Moquegua 2023” y como **hipótesis específicas:** son las siguientes: **HE1:** la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad física de densidad y **HE2:** la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad física de proporción de vacíos y **HE3:** la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad mecánica de estabilidad. **HE4:** la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad mecánico de flujo.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes de la presente investigación se tiene a nivel nacional, a Castro y León (2019), como objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la adición de caucho reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para la Avenida Pacífico – Tramo Óvalo La Familia – Nuevo Chimbote. La metodología fue experimental y correlacional, elaborando 60 briquetas para realizar 4 diseños de mezcla: 1 patrón y 3 con adiciones de 16%, 18% y 20% de caucho reciclado triturado de tamaño nominal 0.42 mm, sometidos al Ensayo Marshall. Los resultados mostraron que la densidad de la mezcla patrón fue de 2382 gr/cm³, la mezcla con 16% de caucho tuvo una densidad de 2358 gr/cm³, con 18% fue de 2360 gr/cm³, y con 20% fue de 2298 gr/cm³. La estabilidad de la mezcla patrón fue de 1180 kg, con 16% de caucho fue de 1020 kg, con 18% fue de 1050 kg, y con 20% fue de 750 kg. La proporción de vacíos para la mezcla patrón fue de 4.8%, con 16% de caucho fue de 6%, con 18% fue de 7%, y con 20% fue de 9.4%. En conclusión, la adición de caucho en proporciones de 16%, 18% y 20% influyó negativamente en la mezcla asfáltica en caliente, ya que no se obtuvieron mejoras significativas en comparación con la mezcla patrón.

(Hoyos, Puicon y Muñoz 2021) como objetivo de la investigación fue analizar el uso de caucho granulado (CR) en mezclas asfálticas y determinar los procesos y métodos óptimos, así como los beneficios que aporta. La metodología consistió en una revisión literaria de cincuenta artículos indexados en la base de datos Scopus entre 2006 y 2020, evaluando el daño por humedad, la resistencia a la formación de surcos, la resistencia a la fatiga y la resistencia a baja temperatura de las mezclas asfálticas con CR. Los resultados indicaron que los porcentajes óptimos de CR en las mezclas asfálticas varían entre 1% y 20% en peso de la mezcla total. Se observó que el uso de CR mejora la resistencia a la tracción indirecta, la susceptibilidad, la humedad, la formación de surcos, la permeabilidad y el envejecimiento, además de aumentar la vida útil de las mezclas y reducir el ruido. En conclusión, el uso de CR en mezclas asfálticas proporciona beneficios significativos en términos de durabilidad y resistencia, mejorando diversas propiedades físico-mecánicas de las mezclas y contribuyendo a una solución ambiental para la eliminación de neumáticos desechados.

Prosiguiendo se tiene a Soto (2023) El objetivo de la investigación fue determinar la influencia del uso de caucho de llantas recicladas en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente, considerando adiciones del 5%, 10% y 15% en peso del cemento asfáltico. La metodología consistió en la preparación de mezclas mediante la vía húmeda y la evaluación de las propiedades Marshall, incluyendo densidad, estabilidad, proporción de vacíos y flujo. Los resultados mostraron que la mezcla con 5% de caucho reciclado alcanzó una densidad de 2.45 g/cm³, una estabilidad de 1400 kg, y un porcentaje de vacíos de 4.5%. La mezcla con 10% de caucho tuvo una densidad de 2.40 g/cm³, una estabilidad de 1300 kg, y un porcentaje de vacíos de 5.0%. La mezcla con 15% de caucho presentó una densidad de 2.35 g/cm³, una estabilidad de 1200 kg, y un porcentaje de vacíos de 5.5%. En conclusión, la adición de caucho de llantas recicladas mejoró ciertas propiedades físico-mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente, destacando que la proporción óptima fue del 5% para maximizar la estabilidad y densidad con menores vacíos.

Asimismo se tiene a Quispe (2021), sostuvo como objetivo determinar cómo la incorporación de caucho reciclado afecta las propiedades físico-mecánicas de las mezclas asfálticas. La metodología consistió en preparar muestras de mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de caucho reciclado (5.5% y 6.5%) y evaluar sus propiedades mediante ensayos estándar. Los resultados mostraron que la estabilidad disminuyó significativamente con la adición de caucho, pasando de 1,028.11 kg a 647.33 kg al 6.5% de caucho. Asimismo, el flujo aumentó de 3.046 mm a 3.90 mm, y la rigidez disminuyó de 340.62 kg/mm a 178.25 kg/mm con 6.5% de caucho. Concluyó que, aunque el caucho reciclado mejora ciertas propiedades, la estabilidad y rigidez de las mezclas se ven comprometidas

Se tiene además a Barzola (2023), como objetivo se centró en la evaluación de mezclas asfálticas con caucho reciclado, buscando optimizar su desempeño mecánico. La metodología incluyó la preparación de mezclas asfálticas con diversos porcentajes de caucho, seguida de pruebas de densidad, porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo. Los resultados mostraron que la densidad de la mezcla disminuyó ligeramente con la adición de caucho, mientras que el porcentaje de vacíos aumentó significativamente, alcanzando un incremento del 65.71% con 20% de caucho. La estabilidad disminuyó de 1,180 kg a 750 kg con el 20% de caucho, y el flujo incrementó de 0.37 cm a 0.44 cm. Concluyó que el aumento del contenido de caucho afecta

negativamente la estabilidad, aunque mejora la flexibilidad y la resistencia a deformaciones

Como antecedentes a nivel internacional se tiene a Li et al. (2023) el objetivo de la investigación fue mejorar el desempeño del pavimento utilizando una mezcla de asfalto reciclado modificada con nanotubos de carbono y aceite de motor usado. La metodología incluyó pruebas de rendimiento a alta y baja temperatura y pruebas de estabilidad Marshall. Los resultados mostraron que la adición de nanotubos de carbono al 1.5% en peso aumentó la resistencia al ahuellamiento a alta temperatura en un 24.3% y mejoró significativamente la resistencia a la fisuración a baja temperatura y el módulo de rigidez a la flexión. Además, la estabilidad Marshall de la mezcla de asfalto reciclado modificada con nanotubos de carbono y aceite de motor usado se recuperó al nivel de la mezcla de asfalto nuevo. En conclusión, los nanotubos de carbono pueden mejorar la estabilidad a alta temperatura, la resistencia a la fisuración a baja temperatura y la estabilidad Marshall de la mezcla de asfalto reciclado modificada con aceite de motor usado

Asimismo se tiene, Méndez y Torres (2022), el objetivo de la investigación fue diseñar una mezcla asfáltica en frío reutilizando material asfáltico fresado (RAP) e incorporando fillers comerciales (cal hidratada/cemento) por vía seca. La metodología empleada incluyó la evaluación de diferentes proporciones de RAP y fillers en mezclas asfálticas, analizando sus propiedades mediante pruebas de estabilidad, flujo, densidad y proporción de vacíos según los estándares ASTM y AASHTO. Los resultados indicaron que la mezcla con 30% de RAP y 70% de agregados vírgenes, combinada con 2% de cal hidratada, mostró una estabilidad de 720 kg, un flujo de 3.5 mm, una densidad de 2.35 g/cm³ y una proporción de vacíos del 4.5%. En conclusión, la incorporación de RAP y cal hidratada en mezclas asfálticas en frío mejora su desempeño físico-mecánico, proponiéndose como una alternativa viable y sostenible para la construcción y mantenimiento de vías.

Asimismo se tiene a Ortegon y Villabon (2018) el objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en frío modificada mediante la adición de fibras Kevlar. La metodología empleada incluyó la preparación de 18 briquetas, de las cuales 3 no contenían fibras y 15 fueron modificadas con fibras Kevlar en porcentajes de 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25% y 0.30%. Se realizaron

ensayos de estabilidad y flujo Marshall para comparar las propiedades mecánicas de las mezclas. Los resultados indicaron que la mezcla sin fibras presentó una mejor estabilidad, con un promedio de 3.805 kN y un flujo de 3.4855 mm. En contraste, la mezcla con 0.30% de fibras Kevlar mostró una estabilidad reducida a 2.3 kN y un flujo aumentado a 7 mm. En conclusión, la adición de fibras Kevlar no mejoró las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en frío, observándose una disminución significativa en la estabilidad y un incremento en el flujo, lo que sugiere que estas fibras no son adecuadas para mejorar el rendimiento de este tipo de mezcla

Se tiene además a Montejo y Nieto (2021) cuyo objetivo de la investigación fue comparar el comportamiento físico-mecánico del asfalto convencional frente al asfalto modificado con material orgánico y gránulo de caucho. La metodología consistió en preparar mezclas asfálticas MDC-19 con diferentes porcentajes de asfalto (4.5%, 5%, 5.5% y 6%) y modificar algunas de estas mezclas con material orgánico y gránulo de caucho. Las propiedades de las mezclas se evaluaron mediante ensayos Marshall, incluyendo estabilidad, flujo, densidad y proporción de vacíos. Los resultados mostraron que la mezcla con 5.5% de asfalto y gránulo de caucho presentó una estabilidad de 1000 kg, un flujo de 3.5 mm, una densidad de 2.35 g/cm³, y una proporción de vacíos del 4.0%. En comparación, la mezcla con material orgánico mostró una estabilidad de 900 kg, un flujo de 3.7 mm, una densidad de 2.30 g/cm³ y una proporción de vacíos del 4.5%. En conclusión, la adición de gránulo de caucho mejoró las propiedades mecánicas del asfalto en términos de estabilidad y densidad, mientras que el material orgánico ofreció una alternativa sostenible, aunque con una ligera disminución en la estabilidad.

Como antecedente **local** se tiene, Roncal, (2021) como objetivo de la investigación fue diseñar una mezcla asfáltica en frío con emulsión CSS1HP y monofilamentos de polipropileno para mejorar las resistencias en zonas altas de Moquegua. La metodología empleada incluyó la preparación de 8 grupos de mezclas con diferentes porcentajes de fibras (0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 0.30%, 0.35%, y 0.40%) y su evaluación mediante el ensayo Marshall para determinar la resistencia a la tracción, densidad y proporción de vacíos. Los resultados mostraron que la mezcla óptima se logró con 0.022% de fibras de polipropileno, alcanzando una resistencia a tracción de 597.52 g/cm³. En términos de densidad, la mezcla presentó una densidad máxima de 1.942 g/cm³ con un contenido de 0.10% de fibras, mientras que la

proporción de vacíos para esta mezcla fue de 4.5%. En conclusión, la incorporación de fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en frío mejora significativamente la resistencia y densidad, haciendo viable su uso en pavimentos de zonas altas con climas fríos.

Las **bases teóricas**, tenemos contemplando la variable en la investigación denominada, comportamiento físico - mecánico en un asfalto reciclado mediante fresado en frío se tienen que, respecto a su comportamiento mecánico: Las mezclas asfálticas recicladas en frío (CRAM) presentan características mecánicas distintas comparadas con las mezclas asfálticas en caliente (HMA). Según Li et al. (2023), el uso de RAP en mezclas asfálticas en frío mejora la estabilidad y resistencia al agrietamiento, aunque estas mezclas tienden a necesitar un mayor tiempo de curado para desarrollar sus propiedades mecánicas óptimas. Los ensayos demostraron que las CRAM pueden cumplir con las especificaciones de rendimiento si se controla adecuadamente la composición y el proceso de curado. Por otro lado, Carpani et al. (2023) investigaron la incorporación de fibras sintéticas en CRAM para mejorar la resistencia a la fatiga. Los resultados indicaron que la adición de fibras, en proporciones óptimas, mejoró significativamente la resistencia a la fatiga y las propiedades mecánicas de las mezclas.

Respecto a la densidad y proporción de vacíos, Estos son indicadores clave del rendimiento de las mezclas asfálticas. Según (Zhao et al. 2022), la densidad de las CRAM puede ser menor comparada con la HMA, debido a la naturaleza del RAP y la presencia de vacíos. Sin embargo, al ajustar las proporciones de emulsión asfáltica y cemento, y mediante un adecuado proceso de compactación, se pueden obtener densidades satisfactorias que cumplan con las normativas técnicas.

Contemplándose la estabilidad y flujo, son parámetros críticos en la evaluación de mezclas asfálticas. Las pruebas de estabilidad Marshall, como las descritas por (Wang et al. 2023), muestran que las CRAM, si bien presentan una estabilidad inferior a las mezclas en caliente, pueden ser optimizadas mediante la modificación de la composición con aditivos y ajustes en la granulometría del RAP. Además, el flujo, que mide la deformación bajo carga, puede ser controlado mediante la inclusión de materiales estabilizadores como el cemento o la cal.

Prosiguiendo con la **segunda variable** se tiene a las fibras de caucho que se da a

conocer a continuación, que se tiene una mejora del desempeño mecánico, ya que las fibras de caucho mejoran la resistencia a la fatiga y reducen la deformación permanente en mezclas asfálticas. Según Carpani et al. (2023), las fibras de caucho pueden aumentar la estabilidad de la mezcla asfáltica y su resistencia a las altas temperaturas y a la fatiga, lo que contribuye a una mayor vida útil del pavimento.

Respecto a la resistencia al agrietamiento, las mezclas asfálticas modificadas con fibras de caucho muestran una mejor resistencia al agrietamiento a baja temperatura. La adición de estas fibras permite que el pavimento soporte mejor las tensiones inducidas por las bajas temperaturas y el tráfico pesado, reduciendo así el riesgo de grietas (Adham, Narinderjit y Aawag, 2023).

Contemplando la reducción de costos y sostenibilidad se tiene que, el uso de caucho reciclado en las mezclas asfálticas no solo mejora las propiedades mecánicas, sino que también ofrece beneficios económicos y ambientales. La reutilización de neumáticos fuera de uso reduce los costos de materiales y disminuye la cantidad de residuos enviados a los vertederos, promoviendo una construcción más sostenible (Adham, Narinderjit y Aawag, 2023). Asimismo contemplando su utilización en mezclas asfálticas recicladas, el RAP se utiliza comúnmente en mezclas asfálticas recicladas en caliente y en frío. La técnica de reciclado en caliente in situ (HIR) ha ganado atención debido a sus altas tasas de reciclaje y mínimos impactos ambientales. La reutilización de RAP en mezclas asfálticas reduce el consumo de agregados vírgenes y de asfalto, y disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero durante el proceso de producción y construcción (Plati, Tsakoumaki y Gkyrtis 2022; Wang et al. 2024)



Figura 1. *Llantas recicladas*

Referente a la **caracterización de los materiales (RAP)**. La evaluación de las características físicas y mecánicas del Pavimento Fresado (RAP), proporcionan la información requerida para la adición de emulsión asfáltica o asfalto.

Tabla 1. Evaluación de materiales - en frío y recuperación

Características	Método de ensayo	
	ASTM	AASHTO
Contenido de asfalto de una mezcla asfáltica vial	D2172	T164
Tamizado de agregados finos y gruesos	C136	T27
Equivalente de arena de suelo o agregado	D2419	T176
limite líquido, limite plástico e índice plasticidad del suelo	D318	T89/90

Fuente: Asphalt Institute, 2008

Las emulsiones asfálticas son una mezcla estable de pequeñas gotas de asfalto dispersas en una fase continua de agua, estabilizadas por un agente emulsionante. El asfalto, que constituye entre el 55% y el 75% de la emulsión por peso, proporciona las propiedades ligantes y de durabilidad esenciales para la cohesión de la mezcla y la resistencia a la deformación. El agua actúa como la fase continua que facilita la manipulación y aplicación del asfalto a temperatura ambiente, permitiendo que las emulsiones sean trabajables en frío y reduciendo significativamente las emisiones de CO₂ y el consumo de energía durante la producción y la aplicación (Zhang et al. 2023; Umar et al. 2021)

Los emulsionantes son agentes tensioactivos que estabilizan las gotas de asfalto en el agua, evitando su coalescencia. Estos se agregan en concentraciones que varían del 0.15% al 3% del peso total de la emulsión. Dependiendo de la carga de las micelas que forman en la emulsión, los emulsionantes pueden ser aniónicos, catiónicos o no iónicos. Las propiedades como la viscosidad y la estabilidad de la emulsión dependen de factores como la salinidad, el pH, la proporción de agua a asfalto, y el tamaño de las gotas de asfalto (Zhang et al. 2023)

Las emulsiones asfálticas mejoran el desempeño mecánico del pavimento. La adición de modificadores como el nano-sílice y el asfalto de roca Budun ha demostrado mejorar significativamente las propiedades reológicas del asfalto, aumentando su resistencia a las altas temperaturas y su comportamiento a bajas temperaturas. Estos

modificadores permiten que el pavimento soporte mejor las tensiones inducidas por el tráfico pesado y las condiciones climáticas extremas (Li et al. 2024).

Además, las emulsiones asfálticas son altamente compatibles y versátiles. Pueden ser formuladas para ser compatibles con diferentes tipos de agregados y condiciones climáticas, y su versatilidad en la construcción permite su uso tanto en plantas centrales como en el lugar de la obra. Esto optimiza los tiempos de curado y retorno al tráfico, haciendo que las emulsiones asfálticas sean una opción eficiente y económica para diversas aplicaciones viales (Zhang et al. 2023).

Respecto al Asfalto RC250, contiene aproximadamente 65% de bitumen, con una viscosidad entre 250-500 cSt a 140°F. Se caracteriza por su rápida curación debido a los solventes volátiles que contiene, permitiendo su uso en aplicaciones donde se requiere un rápido endurecimiento del asfalto. La reducción en la viscosidad permite que el asfalto penetre y selle los agregados de manera eficiente, mejorando la adhesión y la durabilidad del pavimento (PETRoNAFT, 2024).

El RC-250 se utiliza principalmente como capa de imprimación y en tratamientos de recubrimiento en frío debido a su facilidad de uso sin necesidad de calentamiento adicional. Es ideal para imprimaciones de capas base de carreteras no asfaltadas y para la impermeabilización de superficies, sellando poros capilares y recubriendo partículas minerales sueltas. También se emplea en la construcción de superficies temporales y en mezclas en frío para reparaciones de pavimentos (RAHA GROUP, 2016)

Tabla 2. *Propiedades de los agregados*

Propiedades	Ensayo	Norma
Graduación y tamaño máximo	análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-421
Limpieza	Equivalente de arena	ASTM D-2419
Dureza	Abrasión por la máquina de los ángeles	ASTM-131
Capacidad de adsorción y peso específico	Gravedad específica y absorción	ASTMD-421

Fuente: MTC

Respecto a la **granulometría para los agregados**, las especificaciones de la granulometría están establecidas para controlar el contenido de vacíos en la mezcla

asfáltica y garantizar su durabilidad. Según estudios, las mezclas diseñadas con granulometría dentro de los límites especificados presentan mejor rendimiento en comparación con aquellas que se desvían significativamente de estos límites. Las desviaciones más allá de los límites superiores e inferiores pueden ser perjudiciales para el desempeño del pavimento, aumentando la susceptibilidad a la formación de surcos y fisuras térmicas (Yue, Abdelsalam y Eisa 2022).

Considerando los **métodos de diseño y evaluación**, el método Marshall y el método Superpave son dos de los procedimientos más utilizados para el diseño de mezclas asfálticas. Ambos métodos consideran la granulometría de los agregados como un parámetro clave. El método Marshall se enfoca en la estabilidad y el flujo de la mezcla, mientras que el método Superpave utiliza puntos de control y zonas restringidas en las curvas de granulometría para optimizar el contenido de vacíos y mejorar la resistencia a la deformación y a la fatiga (Hou, Xu y Huang, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada es un tipo de investigación que tiene como objetivo principal resolver problemas prácticos mediante la aplicación de teorías, conocimientos y métodos científicos. A diferencia de la investigación básica, que se centra en ampliar el conocimiento teórico sin una aplicación inmediata en mente, la investigación aplicada busca directamente mejorar procesos, productos o tecnologías existentes y crear soluciones innovadoras que puedan implementarse en contextos específicos (Escudero y Cortez 2018).

La investigación aplicada sobre la utilización de fibras de caucho en mezclas asfálticas busca no solo ampliar el conocimiento teórico existente, sino también proporcionar soluciones prácticas y sostenibles para la industria de la construcción de pavimentos. El uso de fibras de caucho reciclado en mezclas asfálticas ofrece mejoras significativas en términos de durabilidad, resistencia a la deformación y sostenibilidad ambiental.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo en la investigación se caracteriza por su uso de métodos y técnicas que permiten la recolección y el análisis de datos numéricos. Este enfoque busca describir, explicar y predecir fenómenos a través de la medición y el análisis estadístico de variables (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018).

Dada la naturaleza de la investigación, se adopta un enfoque cuantitativo, ya que permite efectuar cálculos precisos y mediciones exactas de las propiedades físico-mecánicas a través de ensayos estandarizados en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, incorporando fibras de caucho. Este método no solo facilita la cuantificación de los resultados obtenidos, sino que también permite verificar y validar los posibles efectos de las modificaciones introducidas en el material.

Diseño de investigación

Cuando se contempla la utilización de un diseño que se contemple como cuasiexperimental, es debido a que principalmente no sostiene la posibilidad de un control totalmente riguroso en la investigación, pero es de requerimiento la evaluación de una intervención empleando la comparación de grupos que fueron asignados de manera aleatoria (Arias et al. 2022)

El diseño cuasiexperimental es altamente adecuado para la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío. Este diseño permite evaluar el impacto de dicha intervención en las propiedades físico-mecánicas del asfalto sin la necesidad de asignar aleatoriamente las muestras, lo cual es práctico y ético en un contexto de infraestructura vial.

Nivel de investigación

La investigación explicativa se centra en identificar y entender las relaciones causales entre variables. Su objetivo principal es explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno, proporcionando una comprensión profunda de los mecanismos subyacentes. Este tipo de investigación va más allá de la mera descripción de eventos o características y se esfuerza por determinar las causas y efectos que los explican (Hernández et al. 2017).

El nivel explicativo de la investigación es crucial para desarrollar teorías y modelos que expliquen el comportamiento del asfalto reciclado modificado, facilitando así la optimización de sus propiedades y su implementación en proyectos reales. Además, al situarse en un nivel cuasiexperimental, la investigación proporciona un alto grado de validez interna, permitiendo conclusiones sólidas y bien fundamentadas sobre la efectividad de las fibras de caucho en mejorar las propiedades del asfalto reciclado.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Fibras de caucho

Definición conceptual: La fibra de caucho es un material derivado del reciclaje de neumáticos fuera de uso, que se procesa para obtener filamentos finos que pueden ser incorporados en mezclas asfálticas y otros compuestos. Estas fibras

son valoradas por su capacidad para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales en los que se integran, proporcionando mayor resistencia, durabilidad y flexibilidad (Hou, Xu y Huang 2017).

Definición operacional: La fibra caucho se mezclará con el asfalto reciclado mediante el fresado en frío. Para mejorar las cualidades físicas y mecánicas del asfalto reciclado obtenido a través del fresado, es crucial atender a la adición en la que se utilizan los elementos, poniendo especial énfasis en la cantidad de fibra de caucho agregada, durante la elaboración del diseño de la mezcla de asfalto en frío. Las fibras de caucho, siendo polímeros que modifican la emulsión del asfalto, se mezclarán con el asfalto reciclado mediante el fresado en frío para mejorar su impacto en las propiedades físicas y mecánicas.

Dimensiones: Dosificación en porcentajes

Indicadores: I1: 0%(muestra patrón), I2: 0.25%, I3: 0.5%, I4: 0.75%, I5: 1% I6: 1.25% (de fibra de caucho)

Escala de medición: Razón

Variable Dependiente: Comportamiento físicas - mecánicas en un asfalto reciclado mediante fresado en frío

Definición conceptual: El comportamiento físico-mecánico de un asfalto reciclado mediante fresado en frío se refiere a la forma en que este material responde a diversas cargas y condiciones ambientales, evaluado a través de sus propiedades físicas y mecánicas. Estas propiedades incluyen la estabilidad, el flujo, la resistencia a la tracción, la resistencia al ahuellamiento y la durabilidad (Li et al. 2024)

Definición operacional: Las propiedades físicas y mecánicas de asfalto dependen del diseño de asfalto. Mediante los ensayos de laboratorio aplicados en las pastillas de asfalto en estado endurecido a tenemos como a la Estabilidad (%), flujo (%) y la densidad y proporción de vacíos.

Dimensiones: Propiedades físicas - mecánicas en un asfalto reciclado mediante fresado en frío.

Indicadores: I1: Densidad, I2: proporción de vacíos, I3: Estabilidad (%), I4: Flujo (%).

Escala de medición: Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio se refiere al conjunto total de individuos, elementos o unidades que comparten características comunes relevantes para una investigación específica. En el contexto de investigaciones de ingeniería, la población de estudio puede incluir materiales específicos, infraestructuras, o muestras experimentales que se analizan para obtener resultados representativos y generalizables (Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales 2016).

En la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, la población de estudio se compone de las diversas mezclas de asfalto reciclado preparadas en el laboratorio. Estas mezclas se diseñaron utilizando diferentes proporciones de fibras de caucho y otros aditivos, siguiendo métodos estandarizados para garantizar la uniformidad y la representatividad de los resultados. Se producirán 60 briquetas de asfalto en total, y se llevarán a cabo pruebas en asfalto reciclado mediante el proceso de fresado en frío, se realizará 60 briquetas o pastillas de asfalto.

Muestra

La muestra es un subconjunto de la población de estudio seleccionada para realizar los experimentos y obtener datos que puedan generalizarse a la población total. La selección de la muestra debe ser representativa y seguir criterios específicos para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados (Otzen y Manterola 2017).

Por tanto, se realizará primero el modelo de briqueta patrón o pastillas de asfalto y luego el asfalto reciclado mediante el fresado en frío se le adicionara con fibras de caucho reciclado por porcentajes que son 0.25%,0.5%,0.75%,1%1.25%, luego se tiene que realizar 60 ejemplares de briquetas para la densidad, y para la proporción

de vacíos y para el ensayo estabilidad y flujo.

Tabla 3. Total, de muestras a realizar

Ensayo	Patrón	0.25% de fibra de caucho	0.50% de fibra de caucho	0.75% de fibra de caucho	1% de fibra de caucho	1.25% de fibra de caucho
Ensayo de estabilidad y flujo (MARSHALL)	4	4	4	4	4	4
densidad	3	3	3	3	3	3
Proporción de vacíos	3	3	3	3	3	3
Total	60 briquetas					

Fuente: Elaborado por el propio autor

Muestreo

El muestreo no probabilístico es una técnica de selección de muestras en la cual los elementos no se eligen al azar. En lugar de ello, se seleccionan basándose en criterios específicos, conveniencia o juicio del investigador, lo que no garantiza que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser incluidos. Este tipo de muestreo es útil cuando se requiere una muestra representativa de un subgrupo específico de la población o cuando las restricciones prácticas impiden el uso de muestreo aleatorio (Showkat y Parveen 2017).

En la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, se utilizó un muestreo no probabilístico para seleccionar las muestras de asfalto. Las mezclas fueron elegidas basándose en criterios específicos como la disponibilidad de materiales, las proporciones de fibras de caucho y la variabilidad en las propiedades de los agregados y el asfalto.

Unidades de análisis

La unidad de análisis es el elemento o la entidad que se observa y mide en un estudio de investigación. Puede ser una persona, un grupo, una organización, un evento o un objeto, y es fundamental para definir qué o quiénes están siendo estudiados para responder a las preguntas de investigación y probar las hipótesis

planteadas (Hernandez et al. 2017).

En la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, la unidad de análisis se compone de las diversas muestras de mezclas asfálticas preparadas en el laboratorio. Cada muestra representa una configuración específica de asfalto reciclado con diferentes proporciones de fibras de caucho y otros aditivos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica de observación es un método de recolección de datos que implica la observación directa y sistemática de un fenómeno, proceso o comportamiento en su contexto natural. Este enfoque permite a los investigadores recopilar información precisa y detallada sobre las características y dinámicas del objeto de estudio (Arias-Gonzales y Covinos 2021).

En la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, la técnica de observación se utiliza para monitorear y registrar las respuestas de las mezclas asfálticas bajo diversas condiciones de ensayo en el laboratorio. La observación sistemática de las propiedades físico-mecánicas de las muestras proporciona datos esenciales para evaluar su desempeño siguiendo las especificaciones de las normativas ASTM.

Instrumento de recolección de datos

Una ficha de observación es un instrumento estructurado utilizado para registrar datos observacionales de manera sistemática y organizada. Este instrumento permite documentar las características y comportamientos de las unidades de análisis durante los ensayos experimentales, facilitando la recolección de datos precisos y consistentes (Arias-Gonzales y Covinos 2021).

En la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, se utiliza una ficha de observación como instrumento de recolección de datos. Esta ficha está diseñada para

capturar de manera detallada las respuestas de las mezclas asfálticas durante los ensayos de laboratorio, proporcionando un registro exhaustivo de las propiedades físico-mecánicas evaluadas.

Validez y confiabilidad

La validez mediante juicio de expertos es un proceso utilizado para asegurar la calidad y precisión de los instrumentos de recolección de datos en una investigación. Este método consiste en consultar a un grupo de especialistas en el área de estudio para evaluar y validar los instrumentos, garantizando que estos midan adecuadamente las variables de interés y cumplan con los objetivos de la investigación (Valderrama 2019).

La validez de los instrumentos de recolección de datos, como la ficha de observación, se asegura mediante el juicio de expertos. Este proceso involucra a especialistas en ingeniería civil y materiales, quienes revisan y evalúan los instrumentos utilizados en los ensayos de laboratorio.

Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad de un instrumento de recolección de datos se refiere a la consistencia y estabilidad con la que mide una variable a lo largo del tiempo. Un instrumento es confiable si produce resultados consistentes en condiciones similares, independientemente de quién lo utilice o en qué momento se aplique (Hernández et al. 2017).

En la investigación sobre la incorporación de fibras de caucho en mezclas de asfalto reciclado mediante fresado en frío, la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos, como la ficha de observación, es fundamental para garantizar la validez y precisión de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

3.5. Procedimientos

Para este estudio, se estableció una secuencia de fases que permitirán alcanzar los resultados deseados. En primer lugar, se realizó una visita al sitio de extracción del asfalto reciclado mediante fresado y se obtuvo el material reciclado de fibra de caucho de llantas. Posteriormente, se llevaron a cabo los

ensayos pertinentes, como la granulometría, para evaluar la calidad del material de asfalto reciclado mediante fresado en frío. Este análisis permitió determinar la composición del material en términos de asfalto, agregado grueso y agregado fino. Utilizando este material, se creó una briqueta patrón convencional y se diseñaron mezclas con asfalto reciclado y diferentes porcentajes de dosificación de fibra de caucho.

Luego, se procedió a elaborar las mezclas de asfalto reciclado con fibra de caucho según los diseños obtenidos, y se determinaron las características de estas mezclas. Finalmente, se compararon los datos obtenidos de las mezclas de asfalto reciclado con fibra de caucho con las de las mezclas asfálticas tradicionales.

En el desarrollo de este estudio, se seguirán los siguientes procedimientos para alcanzar los resultados propuestos: se emplearán materiales reciclados, incluyendo fibra de caucho de neumáticos y asfalto reciclado obtenido mediante fresado en frío, junto con RC-250, agregados gruesos y finos. Es esencial garantizar que estos materiales cumplan con los estándares técnicos requeridos. Se realizarán mediciones de calidad de los materiales, análisis granulométricos, determinación del peso específico y absorción de los agregados, pruebas de abrasión de Los Ángeles, evaluación del peso unitario y vacíos en los agregados gruesos y finos, cuantificación del material fino que pasa a través del tamiz N°200 y la determinación de la cantidad óptima de asfalto. Una vez completados estos análisis de los agregados, se procederá al diseño de las mezclas.

Ubicación y acceso a la zona de estudio

Ubicación política: La localización Política del estudio se da en la Región de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, distrito de Moquegua, en el cercado de la ciudad, en la Junta vecinal zona IV del centro poblado San Francisco, Dentro del casco urbano.

Región : Moquegua.

Provincia : Mariscal Nieto.

Distrito : Moquegua.

Sector : Centro Poblado San Francisco.



Figura 2. Ubicación política

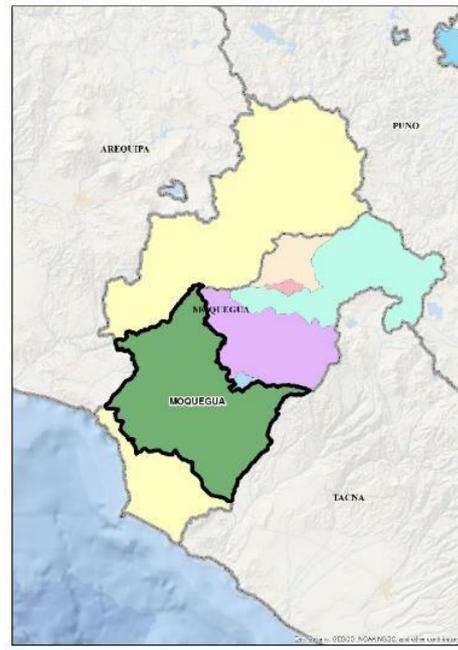


Figura 3. Ubicación departamental

Procedimiento de la investigación:

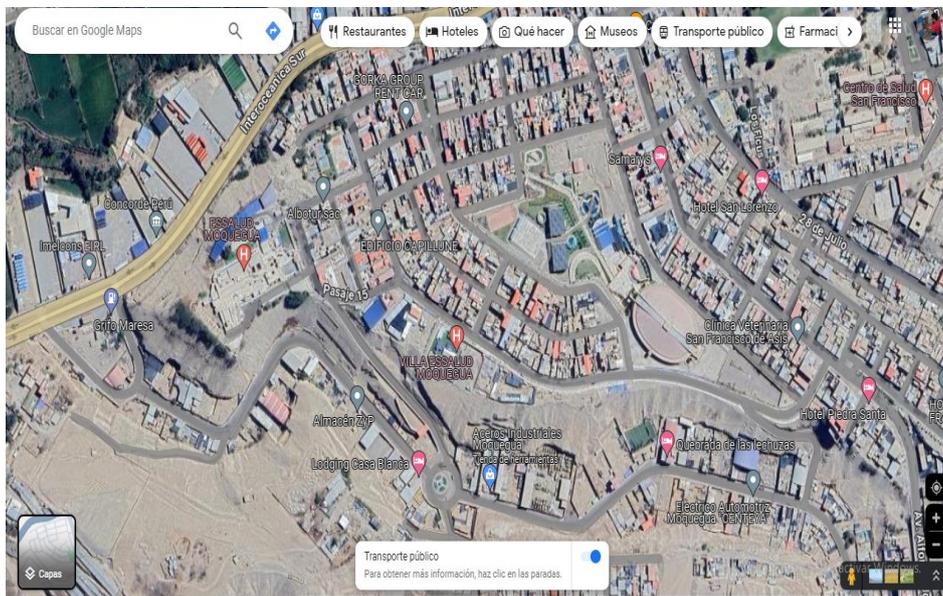


Figura 4. Localización de la zona de estudio

Fuente : Google Earth

Ubicación de la vía de Pasaje 4 y pasaje 6 donde se extrajo el material del fresado de la carpeta asfáltica.



Figura 5. *Area de influencia*

Fuente : Google Earth

Trabajos de exploración: En primera instancia, se realizó un recorrido a través de la vía conformada por el pasaje 4 y pasaje 6 y en qué condiciones se encontraba la vía en estudio.



Figura 6. *Estado actual de la carpeta asfáltica*

Fuente: Elaborado por el propio autor



Figura 7. Estado actual de la carpeta asfáltica

Fuente: Elaborado por el propio autor



Figura 8. Estado actual de la carpeta asfáltica

Fuente: Elaborado por el propio autor

La obtención de pavimento fresado (RAP) mediante una máquina fresadora que extrajo el material de la carpeta asfáltica. Este procedimiento se lleva a cabo para instalar una nueva capa de carpeta asfáltica. La remoción de la carpeta

asfáltica produce el material fresado, el cual debe ser manejado con cuidado para evitar la contaminación con otros materiales. En caso de que se contamine con las capas inferiores de la estructura del pavimento, se sugiere triturar nuevamente el material fresado y utilizarlo como base en una mezcla asfáltica.

Como se puede observar una vez que los trabajadores hicieron limpieza de la vía ,la cual se retiró materiales que no pertenecen a la vía ,luego la máquina fresadora se estaciona en la sobre la carpeta asfáltica y empieza a extraer material y el fresado es una técnica fundamental en la rehabilitación de asfaltos pavimentados deteriorados.



Figura 9. *Extracción del material*

Luego la maquina fresadora empieza a extraer mediante una givas las cuales se encargan triturar la carpeta asfáltica y hacia poder extraer el material de la carpeta asfáltica mediante el fresado.



Figura 10. *Extracción del material con givas giratorias*

La máquina fresadora empieza a transportar el material de la carpeta asfáltica



Figura 11. *Utilización de la maquina fresadora*

Como se puede observar se tomó el espesor de la carpeta de asfalto



Figura 12. *Extracción de 6 cm de carpeta asfáltica*

El material de la carpeta asfáltica extraído se puede eliminar los anchos y largos de una sola pasada y a la vez poder ir cargando en el camión y también poder reducir tiempos de trabajo.



Figura 13. *Colocación del material en el camión*

El material del fresado puede ser usado para nuevas mezclas asfálticas.



Figura 14. *Material del fresado extraído*

Extracción del asfalto en frío.



Figura 15. *Material extraído de muestra en frío*

Por otra parte, se realizaron las coordinaciones pertinentes con los laboratorios: «Laboratorio ABG BUILDING S.R.L.» Calle Amazonas N°105-Moquegua, para la realización de los ensayos previamente definidos en los instrumentos de recolección de datos.

Referentes a los ensayos en el pavimento fresado (RAP)

Contenido de asfalto residual: ASTM D2172M, ASTM D6307-16



Figura 16. Muestra del material del fresado



Figura 17. Muestra asfalto reciclado mediante el fresado en frío 110°



Figura 18. El peso del filtro para el asfalto reciclado



Figura 19. Lavado asfáltico con gasolina de 95 premium



Figura 20. Mezcla del asfalto reciclado mediante el fresado en frío



Figura 21. Muestra de asfalto reciclado mediante el fresado en frío



Figura 22. Centrifuga para el lavado asfáltico del material



Figura 23. Verificación del asfalto



Figura 24. *Muestra de asfalto reciclado mediante el fresado en frio*



Figura 25. *Muestra de asfalto reciclado*

Granulometría: ASTM D421, ASTM D422

Se hizo un cuarteo a la muestra del asfalto reciclado mediante el fresado en frio y se tomó las partes opuestas.



Figura 26. Cuarteo de muestra de asfalto reciclado en frío



Figura 27. Pesaje y llevado al horno a una temperatura de 110°



Figura 28. Separación del agregado por la malla N°4



Figura 29. Material pasante de la malla N°4 del agregado fino



Figura 30. Granulometría del agregado grueso



Figura 31. Granulometría del material del asfalto

Granulometría del agregado fino



Figura 32. Granulometría del agregado fino del material de asfalto



Figura 33. Granulometría del agregado fino del material de asfalto



Figura 34. Clasificación y pesaje de retenidos de las mallas

Gravedad Específica: ASTM C 128, ASTM C 29

Abrasión del agregado grueso (Maquina de Los Ángeles): ASTM C131



Figura 35. Granulometría por 1/2", 1", 3/4", 3/8"



Figura 36. *Máquina de los ángeles*



Figura 37. *Unión con el asfalto reciclado*



Figura 38. Degradación del material del asfalto reciclado en frío

Peso Unitario (Densidad Bulk) y Porcentaje de Vacíos: ASTM C 29, INEN 858, INEN 857, INEN 856.

Peso unitario del agregado grueso



Figura 39. Peso unitario del agregado grueso del material



Figura 40. Muestra del material del asfalto reciclando



Figura 41. Peso de la muestra del material del asfalto reciclado

Peso unitario del agregado fino



Figura 42. Muestra del agregado fino del material del asfalto reciclado



Figura 43. Muestra del material del asfalto reciclado



Figura 44. Muestra del material del asfalto reciclado



Figura 45. Peso de muestra del material del asfalto reciclado

Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino y grueso



Figura 46. Muestra del material del asfalto reciclado



Figura 47. Ensayo del cono para asfalto reciclado



Figura 48. *Compacta a 25 golpes por capa con una varilla*



Figura 49. *Peso de la muestra del asfalto reciclado*



Figura 50. Muestra es saturada en una fiola



Figura 51. Muestra saturada en una fiola



Figura 52. Pesos de la muestra saturada en la fiola y el peso seco del material

Peso saturado del agregado grueso



Figura 53. Lavado de muestra saturada



Figura 54. Secado superficial de la muestra saturada



Figura 55. Peso de la muestra sumergida del agregado grueso

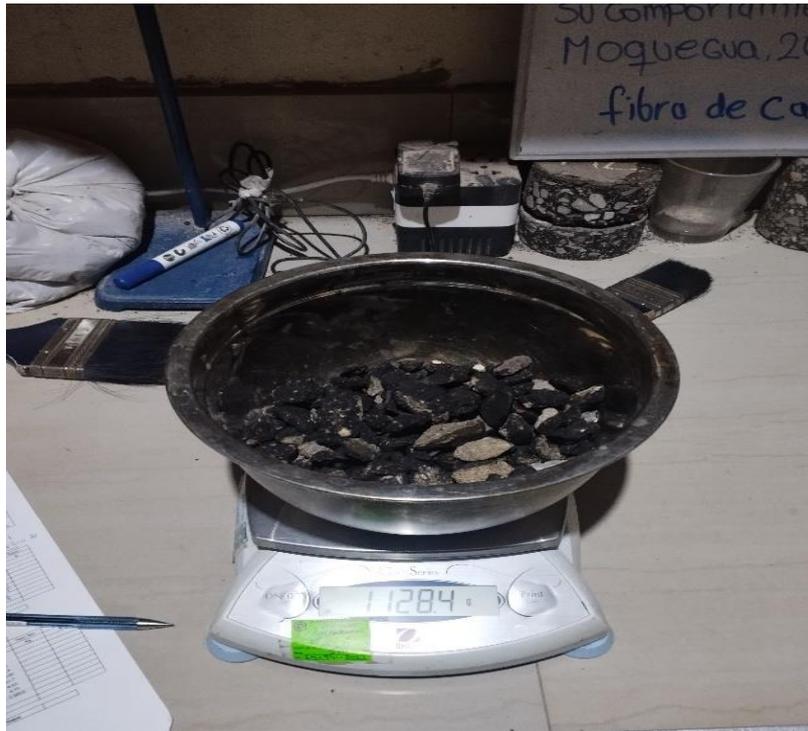


Figura 56. *Peso de la muestra seco del agregado grueso*

Equivalente de arena y suelos y agregado fino MTC E114



Figura 57. *Solución stock para material del asfalto reciclado*



Figura 58. Mezclado el agua destilada para la solución stock



Figura 59. Saturando el material del asfalto reciclado



Figura 60. Material del asfalto reciclado pasante de la malla N°4



Figura 61. Llenado de probetas con solución stock hasta las 4 pulg



Figura 62. *Probetas con el material de asfalto reciclado*



Figura 63. *Sifoneo y reposo de 10 min*



Figura 64. Lectura de arena y arcillas con el embolo

Determinación de limite líquido de los suelos MTC E110



Figura 65. Material pasante de la malla



Figura 66. Material pasante de la malla N°40 el cual es saturado y mezclado



Figura 67. Ensayo de límites de plasticidad del material reciclado

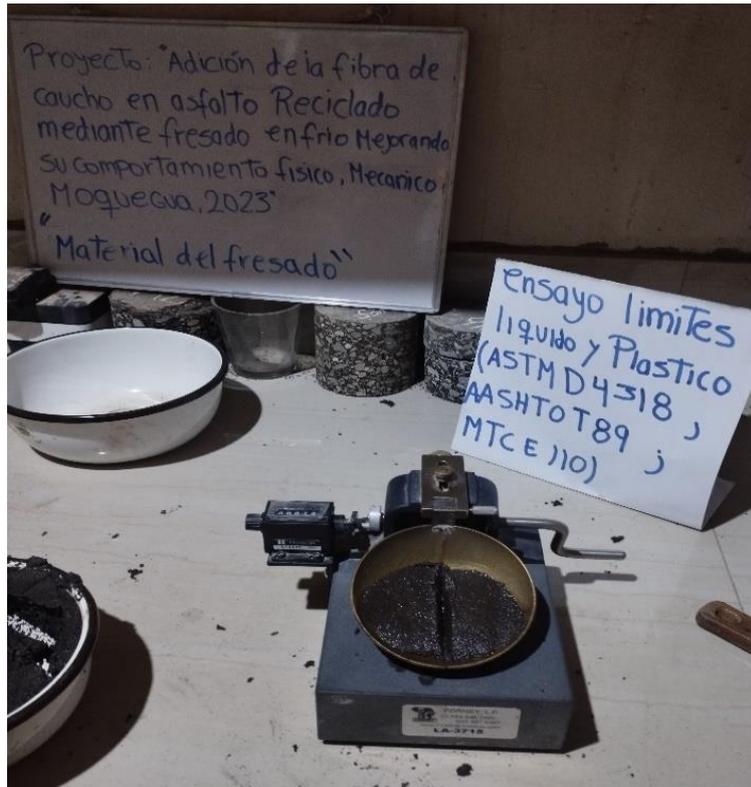


Figura 68. Extracción de muestra del material



Figura 69. Peso de la muestra húmeda del material



Figura 70. Límite líquido del material de fresado en frío

Determinación de límite plástico de los suelos MTC E111



Figura 71. Muestra del límite plástico del material



Figura 72. Muestra del límite plástico del material

Neumáticos fuera de uso

Los neumáticos usados provienen de los vehículos pesados y ligeros una vez que han alcanzado el final de su vida útil. Sin embargo, la gestión de desechos de estos neumáticos sigue siendo deficiente, ya que en su mayoría son descartados en vertederos, áreas de agua, e incluso quemados en algunos casos.

Ubicación

La empresa Relino avenida se Pulveda - 125 Miraflores Se encuentra ubicada Distrito Arequipa



Figura 73. Ubicación de la planta relino



Figura 74. *Inspección de neumáticos*



Figura 75. *Raspado de neumáticos*



Figura 76. Aserrín de jebe donde se almacena el raspado



Figura 77. Muestra de fibra de caucho reciclado de las llantas

Proceso de producción de las unidades de estudio: En primera instancia, se puede apreciar la fibra de caucho la cual va a hacer clasifica de una muestra en general



Figura 78. Muestra de fibra de caucho in situ

Contenido de Humedad: INEN 2680, ASTM D1864/D1864M – 89

El contenido de humedad presente en la fibra de caucho será determinado a través de una muestra representativa, la cual será sometida a una temperatura de 110 °C.



Figura 79. Muestra de fibra de caucho reciclado de las llantas



Figura 80. *Muestra de fibra in situ*



Figura 81. *Muestra de fibra de caucho representativa*



Figura 82. Granulometría de la fibra de caucho



Figura 83. Tamizaje de fibra de caucho



Figura 84. Selección de fibra de caucho por tamizaje



Figura 85. Selección del caucho por la malla N°16



Figura 86. Fibra de caucho retenida en el tamiz N°16

Determinación de los porcentajes de adición de Fibra de caucho

La adición de la fibra de caucho se dio en porcentajes del 0.25%; 0.5% ; 0.75% 1% y 1.25% del tamiz N°16 la fibra de caucho retenido .

Adición de la fibra de caucho al 0.25%

$$1200\text{gr} \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 0.25\%}{100\%} = 3\text{gr}$$

Adición de la fibra de caucho al 0.5%

$$1200\text{gr} \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 0.5\%}{100\%} = 6\text{gr}$$

Adición de la fibra de caucho al 0.75%

$$1200\text{gr} \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 0.75\%}{100\%} = 9\text{gr}$$

Adición de la fibra de caucho al 1%

1200gr → 100%

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 1\%}{100\%} = 12\text{gr}$$

Adición de la fibra de caucho al 1.25%

1200gr → 100%

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 1.25\%}{100\%} = 15\text{gr}$$

Obtención del asfalto RC250



Figura 87. Muestra de RC-250



Figura 88. Materiales empleados en la investigación

Se prepararon pastillas con el material de asfalto reciclado mediante el fresado en frío adicionándole RC-250 al 2% ; 3% ; 2.5%

RC-250 al 2%

$$1200\text{gr} \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 2\%}{100\%} = 24\text{gr}$$

RC-250 al 2.5%

$$1200\text{gr} \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 2.5\%}{100\%} = 30\text{gr}$$

RC-250 al 3%

$$1200\text{gr} \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{1200\text{gr} \times 3\%}{100\%} = 36\text{gr}$$

Se prepararon las pastillas de asfalto reciclado mediante el fresado en frío



Figura 89. RC-250 al 2% según el porcentaje de 24 gr



Figura 90. Pesaje de RC-250 al 2.5% según el porcentaje de 30g

Se midió la temperatura del asfalto reciclado mediante el fresado en frío que es de 60°



Figura 93. Mezcla de RC-250 al 2% según el porcentaje de 24gr

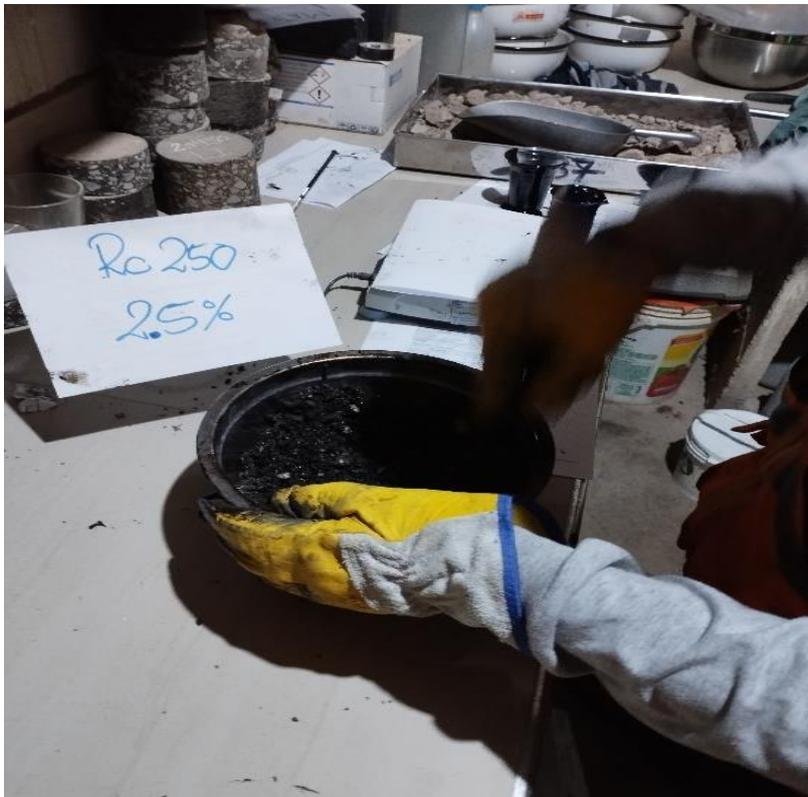


Figura 94. Mezcla de RC-250 al 2.5% según el porcentaje de 30gr



Figura 95. Mezcla de RC-250 al 3% según el porcentaje de 36 gr



Figura 96. Pastillas con RC-250 al 2%, 2.5% 3%

se adiciono la fibra de caucho, la retenida por los tamices 16 en porcentajes del 0.25% , 0.5% , 0.75% , 1% , 1.25 %



Figura 97. Adición de fibra de caucho al 0.25% ,0.5% ,0.5% , 1% , 1.25%



Figura 98. RC-250 al 3% de 36 gr con asfalto reciclado



Figura 99. Muestra de 1200gr de asfalto reciclado



Figura 100. Adición del 0.25% de fibra de caucho



Figura 101. Compactación y preparación de pastilla de asfalto



Figura 102. Preparación de pastilla de asfalto



Figura 103. Compactación con la adición del 0.75% de fibra de caucho



Figura 104. Adición de 1% de fibra de caucho



Figura 105. Adición del 1% de fibra de caucho en asfalto



Figura 106. Compactación al 1% de fibra de caucho



Figura 107. Pastillas con RC-250 y fibra de caucho



Figura 108. Pastillas de asfalto reciclado y peso seco



Figura 109. Pastillas de asfalto reciclado saturado en 5 minutos



Figura 110. Pastillas de asfalto reciclado saturados



Figura 111. *Pastillas de asfalto reciclado sumergido*

Luego se ensayaron todas las pastillas de asfalto reciclado mediante el fresado en frío en el Marshall. Se ensayaron las pastillas patrón de asfalto reciclado mediante el fresado en frío con el RC-250 al 3%



Figura 112. *Pastillas patrón de asfalto reciclado con RC-250 al 3%*



Figura 113. Pastillas de asfalto reciclado con fibra de caucho al 0.25%



Figura 114. Pastillas de asfalto reciclado con fibra de caucho al 0.5%



Figura 115. Pastillas de asfalto reciclado mediante el fresado en frío y RC-250

3.6. Método de análisis de datos

En esta investigación se emplearán tablas creadas en Microsoft Excel que estarán conformes a la Norma (ASTM), Estas tablas permitirán registrar los resultados adquiridos, para el análisis de los datos se utilizarán gráficos y/o diagramas estadísticos que plasmarán los resultados de acuerdo al porcentaje de incorporación de fibra de caucho en el asfalto reciclado mediante el proceso del fresado realizado de los ensayos para conocer el mejoramiento de las propiedades física-mecánicas, y análisis permitirá comprender y se podrá comparar los resultados con los estudios previos referenciados en esta investigación y mismo poder responder al planteamiento de hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos éticos

En el marco de esta investigación actual, se expuso la información teórica adhiriéndose a los principios éticos y manteniendo el respeto por la autoría de las fuentes consultadas, como trabajos, tesis y artículos científicos. El desarrollo se llevó con la guía de la universidad Cesar Vallejo conforme a la aprobación

dada por la RVIN°062-2023-V-UCV, así mismo se ha realizado las citas de acuerdo con las referencias siguiendo las normas iso 690 y 690-2

IV. RESULTADOS

Respecto hacia el direccionamiento del objetivo general planteado, contemplándose la incorporación de manera porcentual de la FC en el asfalto reciclado, para verificar el comportamiento que este sostendrá en los aspectos físicos y mecánicos resultado:

Tabla 4. *Propiedades físico-mecánicas con RC*

Dosificación de RC	Densidad (gr/cm ³)	Vacíos (%)	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)
PATRÓN	2.50	3.92	1585.75	2.89
RC+0.25%	2.48	4.63	1784.25	3.61
RC+0.5%	2.43	6.56	1523.50	3.98
RC+0.75%	2.41	7.34	1332.25	4.41
RC+1.00%	2.39	8.26	1165.00	4.87
RC+1.25%	2.38	8.75	1931.25	5.22

Respecto a la densidad con RC: Disminuye con el aumento del contenido de fibra de caucho (RC). El asfalto patrón tiene una densidad de 2.50 g/cm³, y la densidad baja a 2.38 g/cm³ con un 1.25% de RC. Esto puede deberse a la incorporación de fibras de caucho, que tienen una densidad menor que la matriz de asfalto, causando una reducción en la densidad global de la mezcla.

Respecto a los vacíos con RC: Aumenta con el incremento del contenido de RC. Inicialmente, el asfalto patrón tiene un 3.92% de vacíos, mientras que con un 1.25% de RC, los vacíos aumentan a 8.75%. Esto indica que la adición de fibras de caucho introduce más espacio vacío dentro de la estructura del asfalto, lo que podría afectar su durabilidad y resistencia.

Respecto a la estabilidad con RC: Muestra una tendencia no lineal. Inicialmente, con un 0.25% de RC, la estabilidad mejora significativamente a 1784.25 kg en comparación con el patrón (1585.75 kg). Sin embargo, al aumentar la dosificación de RC a 1.00%, la estabilidad disminuye a 1165.00 kg. Curiosamente, al llegar al 1.25% de RC, la estabilidad aumenta considerablemente a 1931.25 kg. Este comportamiento sugiere que pequeñas adiciones de RC pueden mejorar la estabilidad hasta cierto punto, pero demasiada RC puede debilitar la mezcla antes de alcanzar un punto de

saturación donde la estabilidad vuelva a mejorar.

Respecto al flujo con RC: El flujo de la mezcla aumenta con la adición de RC, pasando de 2.89 mm en el patrón a 5.22 mm con un 1.25% de RC. Un mayor flujo indica una mayor deformabilidad de la mezcla, lo que podría ser beneficioso en términos de flexibilidad, pero también podría señalar una menor resistencia a las deformaciones permanentes bajo carga.

Prosiguiendo con el objetivo específico número uno que referencio el determinar la influencia del RC en el asfalto reciclado verificando la densidad que este posee se tiene:

Tabla 5. Densidad con RC

Dosificación de RC	Densidad (gr/cm ²)	Densidad (%)
PATRÓN	2.50	0.00%
RC+0.25%	2.48	-0.79%
RC+0.5%	2.43	-2.85%
RC+0.75%	2.41	-3.60%
RC+1.00%	2.39	-4.53%
RC+1.25%	2.38	-5.06%

PATRÓN (0% RC): Según Tabla 5, esta densidad refleja las propiedades intrínsecas del asfalto puro, caracterizado por una matriz densa y bien compactada que proporciona estabilidad y resistencia mecánica.

RC+0.25%: Según Tabla 5, la ligera reducción en la densidad puede atribuirse a la introducción de pequeñas cantidades de FC que comienzan a interrumpir la compactación uniforme de la matriz asfáltica. Aunque la disminución es mínima, podría implicar un inicio de aumento en la permeabilidad de la mezcla, afectando potencialmente su resistencia a deformaciones permanentes.

RC+0.5%: Según Tabla 5, este nivel de adición de RC indica una mayor dispersión de los componentes dentro de la matriz asfáltica, aumentando los vacíos intersticiales. La mayor reducción en la densidad sugiere una disminución en la cohesión de la mezcla, potencialmente comprometiendo la capacidad de carga y la durabilidad del pavimento. La presencia de RC podría, no obstante, proporcionar beneficios en términos de resistencia a la fatiga.

RC+0.75%: Según Tabla 5, a este nivel de adición, el RC crea una estructura más heterogénea dentro de la matriz asfáltica. La mayor reducción en densidad refleja un aumento en los vacíos internos, que podría afectar negativamente la resistencia a la compresión y la estabilidad volumétrica. Sin embargo, la mezcla puede beneficiarse de una mayor flexibilidad, reduciendo la susceptibilidad a la fisuración bajo cargas cíclicas.

RC+1.00%: Según Tabla 5, este nivel de dosificación indica un punto crítico donde la reducción de densidad se hace más pronunciada. La interrupción significativa de la compactación asfáltica sugiere un aumento considerable en los vacíos, lo que podría afectar adversamente la durabilidad del pavimento. La menor densidad puede implicar una menor resistencia mecánica, aunque la mayor presencia de RC podría mejorar las propiedades de absorción de impactos y resistencia al envejecimiento.

RC+1.25%: Según Tabla 5, en este punto, la adición de RC está significativamente afectando la estructura interna de la mezcla asfáltica. La considerable disminución en densidad sugiere que los vacíos han aumentado a un nivel que podría comprometer la integridad estructural del pavimento. Aunque esto puede aumentar la flexibilidad y resistencia a la fatiga, también puede indicar una mayor susceptibilidad a la deformación permanente bajo cargas pesadas. Además, la mayor presencia de vacíos podría reducir la durabilidad y la capacidad de resistencia al tráfico sostenido.

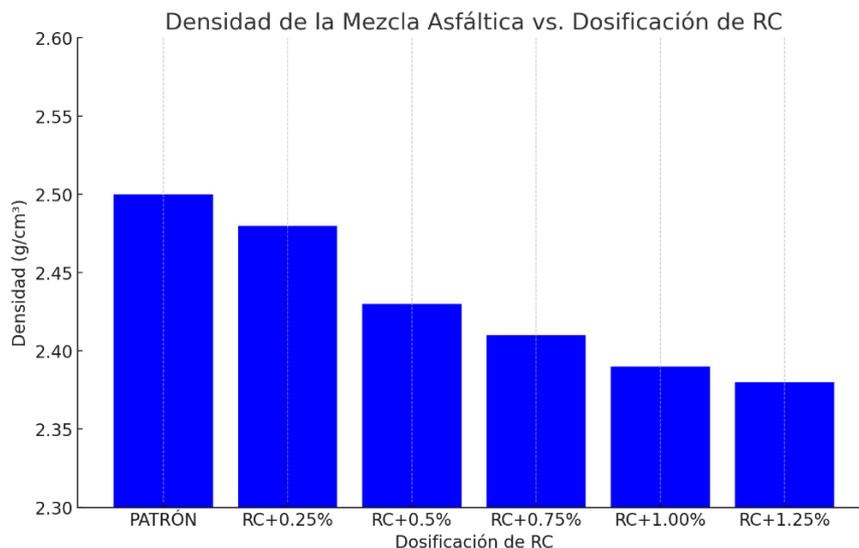


Figura 116. Densidad con RC

Interpretación: Según la Figura 116, la densidad del asfalto patrón es de 2.50 g/cm³, estableciendo la referencia base. Con RC+0.25%, la densidad disminuye a 2.48 g/cm³, mostrando una ligera reducción del 0.79% respecto al patrón. Con RC+0.5% y una densidad de 2.43 g/cm³, se observa una disminución del 2.85%. Con RC+0.75%, la densidad baja a 2.41 g/cm³, reflejando una reducción del 3.60%. Con RC+1.00%, la densidad se reduce a 2.39 g/cm³, con una disminución del 4.53%. RC+1.25%, la densidad más baja registrada es de 2.38 g/cm³, con una reducción del 5.06%.

Respecto al objetivo número dos que fue el determinar la influencia del RC en un asfalto reciclado contemplando la proporción de vacíos se tiene la siguiente tabla:

Tabla 6. Vacíos con RC

Dosificación de RC	Vacíos (%)	Vacíos (%)
PATRÓN	3.92	18.01%
RC+0.25%	4.63	67.29%
RC+0.5%	6.56	87.00%
RC+0.75%	7.34	110.62%
RC+1.00%	8.26	123.11%
RC+1.25%	8.75	18.01%

PATRÓN (0% RC): Según Tabla 6, esta cantidad de vacíos es típica de una mezcla asfáltica bien compactada, proporcionando estabilidad y durabilidad.

RC+0.25%: Según Tabla 6, la ligera incrementación en los vacíos sugiere una disminución en la compactación de la mezcla. Esto puede influir en la permeabilidad y potencialmente en la durabilidad del pavimento.

RC+0.5%: Según Tabla 6, este aumento notable en los vacíos indica una mayor interrupción de la estructura interna, lo que puede reducir la resistencia mecánica y aumentar la susceptibilidad a daños por agua.

RC+0.75%: Según Tabla 6, la alta cantidad de vacíos sugiere una compactación significativamente reducida, comprometiendo la integridad estructural del pavimento. Esto puede resultar en una mayor deformación y menor vida útil del

pavimento.

RC+1.00%: Según Tabla 6, la significativa incrementación en los vacíos indica una estructura interna muy alterada, lo que afecta negativamente la resistencia a la compresión y la estabilidad volumétrica del pavimento.

RC+1.25%: Según Tabla 6, este nivel de vacíos extremadamente alto sugiere una compactación muy pobre, aumentando la susceptibilidad a la deformación y reduciendo significativamente la capacidad de carga del pavimento.

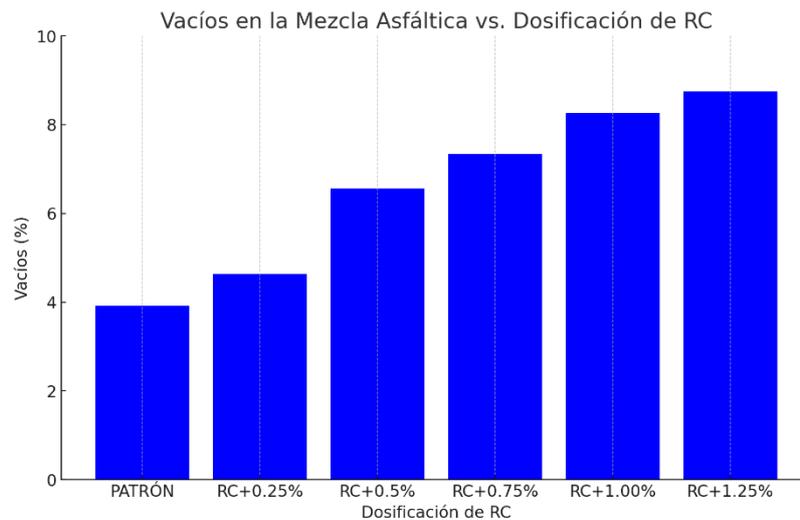


Figura 117. Vacíos con RC

Interpretación: Según la Figura 117, la mezcla asfáltica patrón tiene un 3.92% de vacíos, estableciendo la referencia base para comparaciones. **RC+0.25%:** Los vacíos aumentan a 4.63%, lo que representa un incremento del 18.01% respecto al patrón. **RC+0.5%:** Con una dosificación de 0.5% de RC, los vacíos aumentan significativamente a 6.56%, un incremento del 67.29%. **RC+0.75%:** La densidad de vacíos sigue aumentando a 7.34%, lo que representa un aumento del 87.00% respecto al patrón. **RC+1.00%:** Con una dosificación de 1.00% de RC, los vacíos alcanzan el 8.26%, un incremento del 110.62%. **RC+1.25%:** La mayor cantidad de vacíos registrada es de 8.75%, lo que representa un aumento del 123.11% respecto al patrón.

Contemplando el objetivo específico tres que fue cuando se incorporó RC en un asfalto reciclado verificándose la estabilidad que este posee se tiene:

Tabla 7. Estabilidad con RC

Dosificación de RC	Estabilidad (kg)	Estabilidad (%)
PATRÓN	1585.75	0.00%
RC+0.25%	1784.25	12.52%
RC+0.5%	1523.50	-3.93%
RC+0.75%	1332.25	-15.99%
RC+1.00%	1165.00	-26.53%
RC+1.25%	1931.25	21.79%

PATRÓN (0% RC): Según Tabla 7, la estabilidad indica una mezcla asfáltica bien compactada y con buena cohesión interna, ofreciendo una alta resistencia a las deformaciones bajo cargas aplicadas.

RC+0.25%: Según Tabla 7, este incremento en la estabilidad sugiere que una pequeña adición de RC mejora la cohesión interna de la mezcla, proporcionando una mayor resistencia a las deformaciones y aumentando la durabilidad del pavimento.

RC+0.5%: Según Tabla 7, la disminución en la estabilidad puede indicar que una mayor dosificación de RC comienza a interrumpir la cohesión interna de la mezcla, reduciendo su capacidad para resistir las deformaciones bajo cargas aplicadas.

RC+0.75%: Según Tabla 7, esta reducción adicional en la estabilidad sugiere una mayor interrupción de la estructura interna de la mezcla, comprometiendo su resistencia mecánica y potencialmente reduciendo la vida útil del pavimento.

RC+1.00%: Según Tabla 7, la notable reducción en la estabilidad indica que la cohesión interna de la mezcla se ha visto seriamente comprometida, afectando negativamente su capacidad de resistencia a las cargas y su durabilidad.

RC+1.25%: Según Tabla 7, este incremento significativo en la estabilidad puede indicar que a esta dosificación, el RC está actuando como un refuerzo estructural dentro de la mezcla, mejorando su cohesión interna y resistencia a las deformaciones.

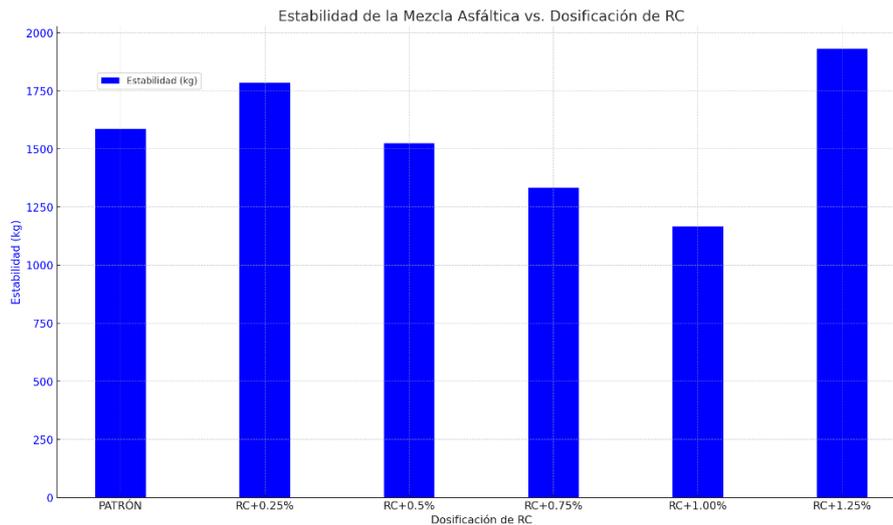


Figura 118. Estabilidad con RC

Interpretación: La mezcla asfáltica sin adición de RC muestra una estabilidad de 1585.75 kg, que sirve como la línea base para evaluar los efectos de la adición de RC. **RC+0.25%**, la adición de un 0.25% de RC incrementa la estabilidad a 1784.25 kg, un aumento del 12.52% respecto al patrón. **RC+0.5%**, Con un 0.5% de RC, la estabilidad disminuye a 1523.50 kg, una reducción del 3.93% respecto al patrón. **RC+0.75%**, la estabilidad continúa disminuyendo a 1332.25 kg con una dosificación de 0.75% de RC, una reducción del 15.99% respecto al patrón. **RC+1.00%**, con una adición de 1.00% de RC, la estabilidad baja a 1165.00 kg, una disminución del 26.53% respecto al patrón. **RC+1.25%**, con una dosificación de 1.25% de RC, la estabilidad aumenta notablemente a 1931.25 kg, un incremento del 21.79% respecto al patrón.

Respecto al objetivo específico número cuatro que fue el cómo la incorporación de RC influencia en el flujo.

Tabla 8. Flujo con RC

Dosificación de RC	Flujo (mm)	Flujo (%)
PATRÓN	2.89	0.00%
RC+0.25%	3.61	25.04%
RC+0.5%	3.98	37.87%
RC+0.75%	4.41	52.69%
RC+1.00%	4.87	68.80%
RC+1.25%	5.22	80.85%

PATRÓN (0% RC): Según Tabla 8, la mezcla asfáltica sin adición de RC muestra un flujo de 2.89 mm, que sirve como la línea base para evaluar los efectos de la adición de RC. Este valor indica una mezcla con una deformabilidad controlada, proporcionando un equilibrio entre flexibilidad y resistencia.

RC+0.25%: Según Tabla 8, este incremento en el flujo sugiere que una pequeña adición de RC aumenta la deformabilidad de la mezcla, mejorando su capacidad para absorber deformaciones sin fracturarse. Esto puede ser beneficioso en términos de resistencia a la fisuración, aunque puede indicar una menor resistencia a las deformaciones permanentes bajo cargas pesadas.

RC+0.5%: Según Tabla 8, la mayor dosificación de RC continúa aumentando la deformabilidad de la mezcla. El incremento en el flujo indica una mayor flexibilidad, lo cual puede ser útil para resistir las tensiones térmicas y de carga, pero también puede sugerir una tendencia a la deformación permanente bajo tráfico pesado

RC+0.75%: Según Tabla 8, este aumento significativo en el flujo sugiere una mezcla altamente deformable. Mientras que esto puede mejorar la resistencia a la fisuración, la elevada deformabilidad puede comprometer la estabilidad estructural del pavimento bajo cargas repetitivas, incrementando la susceptibilidad a la formación de roderas.

RC+1.00%: Según Tabla 8, la notable incrementación en el flujo indica una mezcla mucho más deformable. Aunque esto puede proporcionar mayor flexibilidad y resistencia a la fisuración, también puede sugerir que la mezcla es más susceptible a deformaciones permanentes bajo cargas pesadas, lo cual puede afectar negativamente la estabilidad y durabilidad del pavimento.

RC+1.25%: Según Tabla 8, este significativo aumento en el flujo refleja una alta capacidad de deformación, lo que puede ser ventajoso para resistir fisuras y tensiones. Sin embargo, la elevada deformabilidad también puede comprometer la estabilidad estructural del pavimento bajo cargas repetitivas, incrementando el riesgo de formación de roderas y otros daños relacionados con la deformación permanente.

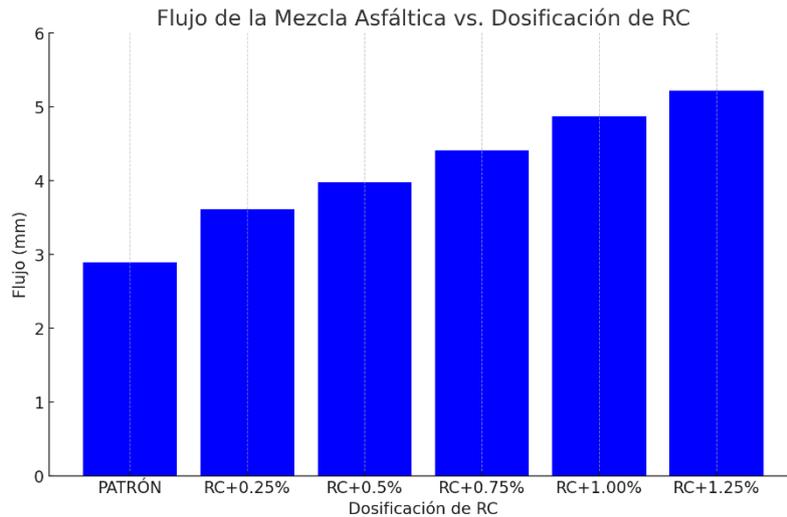


Figura 119. Flujo con RC

Interpretación: **RC+0.25%**, la adición de un 0.25% de RC incrementa el flujo a 3.61 mm, un aumento del 25.04% respecto al patrón. **RC+0.5%**, con un 0.5% de RC, el flujo aumenta a 3.98 mm, un incremento del 37.87% respecto al patrón. **RC+0.75%**, la dosificación de 0.75% de RC incrementa el flujo a 4.41 mm, un aumento del 52.69% respecto al patrón. **RC+1.00%**, con una adición de 1.00% de RC, el flujo aumenta a 4.87 mm, un incremento del 68.80% respecto al patrón. **RC+1.25%**, con una dosificación de 1.25% de RC, el flujo alcanza 5.22 mm, un incremento del 80.85% respecto al patrón.

Validación de hipótesis específica 1

H0: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío no influye en su propiedad física de densidad

H0: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío influye en su propiedad física de densidad

Tabla 9. ANOVA densidad

ANOVA					
Densidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,06	5,00	0,01	83,12	8,53168E-12
Dentro de grupos	0,00	18,00	0,00		
Total	0,06	23,00			

Interpretación: La interpretación de los resultados obtenidos en la Tabla 2, utilizando el análisis ANOVA, viene representando significancias estadísticas con gran impacto. Los valores representan una significancia de 8,53168E-12. Este valor es significativamente inferior a lo establecido por el valor de $\alpha=0.05$. Verificando por tanto diferencias existentes contemplando una muestra patrón, en consecuencia la incorporación de la FC tiene una influencia considerable.

Toma de decisión: Según lo expuesto se sostiene que con una alta significancia la hipótesis 1 planteada es validada ampliamente.

Validación de hipótesis específica 2

H0: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío no influye en su propiedad física de proporción de vacíos.

H1: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío influye en su propiedad física de proporción de vacíos.

Tabla 10. ANOVA vacíos

ANOVA					
Vacíos					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	75,515	5	15,103	389,226	1,11083E-17
Dentro de grupos	0,698	18	0,039		
Total	76,214	23			

Interpretación: La interpretación de los resultados obtenidos en la Tabla 2, utilizando el análisis ANOVA, viene representando significancias estadísticas con gran impacto. Los valores representan una significancia de 1,11083E-17. Este valor es significativamente inferior a lo establecido por el valor de $\alpha=0.05$. Verificando por tanto diferencias existentes contemplando una muestra patrón, en consecuencia, la incorporación de la FC sostiene cambios respecto a los vacíos localizados.

Toma de decisión: Según lo expuesto se sostiene que con una alta significancia la hipótesis 2 planteada es validada ampliamente.

Validación de hipótesis específica 3

H0: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío no influye en su propiedad mecánica de estabilidad.

H1: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío influye en su propiedad mecánica de estabilidad.

Tabla 11. ANOVA estabilidad

ANOVA					
Estabilidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1645881,3	5	329176,26	137,71	1,08E-13
Dentro de grupos	43026,0	18	2390,33		
Total	1688907,3	23			

Interpretación: La interpretación de los resultados obtenidos en la Tabla 2, utilizando el análisis ANOVA, viene representando significancias estadísticas con gran impacto. Los valores representan una significancia de 1,08E-13. Este valor es significativamente inferior a lo establecido por el valor de $\alpha=0.05$. Lo cual conlleva a considerar que existe diferencia contemplándose la estabilidad con adición de FC.

Toma de decisión: Según lo expuesto se sostiene que con una alta significancia la hipótesis 3 planteada es validada ampliamente.

Validación de hipótesis específica 4

H0: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío influye en su propiedad mecánica de flujo.

H1: La incorporación de la FC en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío influye en su propiedad mecánica de flujo.

Tabla 12. ANOVA flujo

ANOVA					
Flujo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,023	5	0,005	76,647	1,70674E-11
Dentro de grupos	0,001	18	0,000		
Total	0,024	23			

Interpretación: La interpretación de los resultados obtenidos en la Tabla 2, utilizando el análisis ANOVA, viene representando significancias estadísticas con gran impacto. Los valores representan una significancia de 1,70674E-11. Este valor es significativamente inferior a lo establecido por el valor de $\alpha=0.05$. Lo cual conlleva a considerar que se tiene diferencias considerables contemplándose el flujo con la adición de FC.

Toma de decisión: Según lo expuesto se sostiene que con una alta significancia la hipótesis 4 planteada es validada ampliamente.

V. DISCUSIÓN

Respecto al objetivo 1 referente al RC en la propiedad física de densidad es que se tiene las siguientes discusiones:

Contemplando lo investigado por Castro y León respecto a la densidad se tiene:

RC+0.25% vs. Adición 16% (MAC-16): En la investigación presente, la adición de un 0.25% de RC resultó en una densidad de 2.48 gr/cm³, lo que representa una disminución del 0.79% en comparación con el patrón. Según los resultados de Castro y León, la adición del 16% de RC (MAC-16) resultó en una densidad de 2358 gr/cm³, con una disminución del 1.01%. La comparación de estos resultados sugiere que ambas dosificaciones generan una reducción en la densidad de la mezcla, aunque la mezcla con RC+0.25% muestra una menor disminución relativa. Esto podría deberse a diferencias en la distribución de los componentes y la interacción entre el RC y la matriz asfáltica.

RC+0.5% vs. Adición 18% (MAC-18): La densidad de la mezcla asfáltica para la dosificación RC+0.5% es de 2.43 gr/cm³, mostrando una reducción del 2.85% respecto al patrón. Por otro lado, la adición del 18% de RC (MAC-18) según Castro y León resultó en una densidad de 2360 gr/cm³, con una reducción del 0.93%. La mayor disminución en densidad observada en la presente investigación podría indicar una dispersión más efectiva del RC, lo que aumenta los vacíos dentro de la mezcla. Este incremento en los vacíos compromete la compactación y cohesión interna, reduciendo la resistencia a la carga y la durabilidad del material.

RC+0.75% vs. Adición 18% (MAC-18): Con una dosificación de 0.75% de RC, la presente investigación reporta una densidad de 2.41 gr/cm³, una reducción del 3.60%. Comparativamente, la adición del 18% de RC (MAC-18) en los resultados de Castro y León muestra una densidad de 2360 gr/cm³, una disminución del 0.93%. La mayor reducción en densidad en la investigación actual sugiere que el RC está creando más vacíos, afectando la compactación y, potencialmente, la estabilidad del material. Esto puede influir negativamente en la resistencia a la deformación bajo cargas repetitivas, aumentando la susceptibilidad a la

formación de roderas.

RC+1.00% vs. Adición 20% (MAC-20): La adición de 1.00% de RC resultó en una densidad de 2.39 gr/cm³, una reducción del 4.53% respecto al patrón. Según Castro y León, la adición del 20% de RC (MAC-20) resultó en una densidad de 2298 gr/cm³, con una disminución del 3.56%. La mayor interrupción de la estructura interna de la mezcla en la presente investigación puede deberse a una mayor dispersión y presencia de vacíos. Esta reducción en densidad puede indicar una menor resistencia mecánica y una mayor vulnerabilidad a las deformaciones permanentes.

RC+1.25% vs. Adición 20% (MAC-20): Finalmente, con una dosificación de 1.25% de RC, la investigación actual reporta una densidad de 2.38 gr/cm³, una disminución del 5.06%. En comparación, la adición del 20% de RC (MAC-20) en los resultados de Castro y León muestra una densidad de 2298 gr/cm³, con una disminución del 3.56%. La notable disminución en la densidad en la presente investigación sugiere que la mezcla está significativamente afectada por la incorporación de RC, creando más vacíos y disminuyendo la compactación. Esto podría reducir la capacidad de carga del material y aumentar la deformabilidad bajo condiciones de tráfico pesado, comprometiendo la vida útil del pavimento.

Contemplando lo investigado por Soto respecto a la densidad se tiene:

RC+0.25% vs. CR-5%: En la presente investigación, la adición de un 0.25% de RC resultó en una densidad de 2.48 gr/cm³, lo que representa una disminución del 0.79% en comparación con el patrón de 2.50 gr/cm³. Soto encontró que la densidad con la adición de 5% de CR fue de 2.385 gr/cm³, una disminución respecto a la mezcla patrón con un valor de 2.50 gr/cm³. La disminución observada en ambos estudios sugiere que la adición de CR y RC incrementa la cantidad de vacíos en la mezcla, afectando negativamente la densidad debido a una menor compactación.

RC+0.5% vs. CR-10%: La densidad de la mezcla con 0.5% de RC fue de 2.43 gr/cm³, mostrando una reducción del 2.85% respecto al valor patrón. Soto reportó que la densidad con la adición del 10% de CR fue de 2.384 gr/cm³. Esta reducción en densidad sugiere que la adición de mayores cantidades de CR y

RC introduce más vacíos en la mezcla, comprometiendo la compactación y resultando en una estructura menos densa y más porosa.

RC+0.75% vs. CR-15%: Con una dosificación de 0.75% de RC, la densidad fue de 2.41 gr/cm³, una reducción del 3.60% respecto al patrón. Soto encontró que con una adición del 15% de CR, la densidad fue de 2.383 gr/cm³. Ambos resultados indican una tendencia decreciente en la densidad con el aumento en la proporción de CR y RC, lo que sugiere una mayor proporción de vacíos y una compactación insuficiente de la mezcla.

RC+1.00% vs. CR-20%: La adición de 1.00% de RC resultó en una densidad de 2.39 gr/cm³, una reducción del 4.53% respecto al patrón. Soto no reporta datos para una adición del 20%, pero basándonos en la tendencia observada, se puede inferir que mayores cantidades de CR y RC resultan en una densidad significativamente menor, debido a una mayor cantidad de vacíos y menor cohesión interna en la mezcla.

RC+1.25% vs. CR-20%: Finalmente, con una dosificación de 1.25% de RC, la densidad fue de 2.38 gr/cm³, una disminución del 5.06%. Aunque Soto no proporciona datos específicos para una adición del 20%, los resultados sugieren que la densidad continúa disminuyendo con mayores adiciones de CR y RC. Esto es consistente con la tendencia observada en estudios previos, indicando que las altas proporciones de CR y RC aumentan significativamente la cantidad de vacíos en la mezcla, afectando negativamente la densidad y la capacidad de carga.

Referente a lo investigado por Quispe respecto a la densidad se tiene:

RC+0.25% vs. 6.5% LA + 0.25% VL En la presente investigación, la adición de un 0.25% de RC resultó en una densidad de 2.48 gr/cm³, lo que representa una disminución del 0.79% en comparación con el patrón de 2.50 gr/cm³. En el estudio de Quispe, la densidad de la mezcla asfáltica modificada con 6.5% LA y 0.25% VL fue de 2.382 gr/cm³. Esta reducción en ambos estudios sugiere que la adición de caucho ya sea reciclado o de vehículos ligeros, incrementa la cantidad de vacíos en la mezcla, afectando negativamente la densidad debido a una menor compactación.

RC+0.5% vs. 5.5% LA + 0.25% VP La densidad de la mezcla con 0.5% de RC fue de 2.43 gr/cm³, mostrando una reducción del 2.85% respecto al valor patrón. Quispe reportó que la densidad con la adición de 5.5% LA y 0.25% VP fue de 2.385 gr/cm³. Esta reducción en densidad sugiere que la adición de mayores cantidades de RC y caucho introduce más vacíos en la mezcla, comprometiendo la compactación y resultando en una estructura menos densa y más porosa.

RC+0.75% vs. 6.0% LA + 0.25% VL Con una dosificación de 0.75% de RC, la densidad fue de 2.41 gr/cm³, una reducción del 3.60% respecto al patrón. Quispe encontró que con una adición de 6.0% LA y 0.25% VL, la densidad fue de 2.384 gr/cm³. Ambos resultados indican una tendencia decreciente en la densidad con el aumento en la proporción de caucho, sugiriendo una mayor proporción de vacíos y una compactación insuficiente de la mezcla.

RC+1.00% vs. 5.5% LA + 0.25% VP La adición de 1.00% de RC resultó en una densidad de 2.39 gr/cm³, una reducción del 4.53% respecto al patrón. En el estudio de Quispe, al utilizar 5.5% LA y 0.25% VP, la densidad obtenida fue de 2.385 gr/cm³. Esta comparación muestra que tanto el RC como el caucho de neumáticos afectan negativamente la densidad, incrementando la cantidad de vacíos y disminuyendo la cohesión interna de la mezcla.

RC+1.25% vs. 6.5% LA + 0.25% VL Finalmente, con una dosificación de 1.25% de RC, la densidad fue de 2.38 gr/cm³, una disminución del 5.06%. Quispe reportó una densidad de 2.382 gr/cm³ con la adición de 6.5% LA y 0.25% VL. Ambos estudios indican que la densidad continúa disminuyendo con mayores adiciones de caucho, lo cual incrementa los vacíos y afecta la compactación de la mezcla.

Contemplando lo investigado por Lee respecto a la densidad se tiene:

RC+0.25% vs. 15% RCA. En la presente investigación, la adición de un 0.25% de RC resultó en una densidad de 2.48 gr/cm³, lo que representa una disminución del 0.79% en comparación con el patrón de 2.50 gr/cm³. En el estudio de Li, la adición de 15% de RCA (agregado de caucho reciclado) resultó en una densidad de 2.44 gr/cm³. Ambos resultados indican una disminución en la densidad con la adición de RC y RCA, sugiriendo que la incorporación de

caucho incrementa los vacíos en la mezcla, afectando la compactación y cohesión interna.

RC+0.5% vs. 20% RCA. La densidad de la mezcla con 0.5% de RC fue de 2.43 gr/cm³, mostrando una reducción del 2.85% respecto al valor patrón. Li reportó que la densidad con la adición del 20% de RCA fue de 2.41 gr/cm³. Esta reducción en densidad sugiere que la adición de mayores cantidades de RC y RCA introduce más vacíos en la mezcla, comprometiendo la compactación y resultando en una estructura menos densa y más porosa.

RC+0.75% vs. 25% RCA. Con una dosificación de 0.75% de RC, la densidad fue de 2.41 gr/cm³, una reducción del 3.60% respecto al patrón. Li encontró que con una adición del 25% de RCA, la densidad fue de 2.37 gr/cm³. Ambos resultados indican una tendencia decreciente en la densidad con el aumento en la proporción de caucho, sugiriendo una mayor proporción de vacíos y una compactación insuficiente de la mezcla.

RC+1.00% vs. 30% RCA. La adición de 1.00% de RC resultó en una densidad de 2.39 gr/cm³, una reducción del 4.53% respecto al patrón. En el estudio de Li, al utilizar 30% de RCA, la densidad obtenida fue de 2.34 gr/cm³. Esta comparación muestra que tanto el RC como el RCA afectan negativamente la densidad, incrementando la cantidad de vacíos y disminuyendo la cohesión interna de la mezcla.

RC+1.25% vs. 35% RCA. Finalmente, con una dosificación de 1.25% de RC, la densidad fue de 2.38 gr/cm³, una disminución del 5.06%. Li reportó una densidad de 2.30 gr/cm³ con la adición de 35% de RCA. Ambos estudios indican que la densidad continúa disminuyendo con mayores adiciones de caucho, lo cual incrementa los vacíos y afecta la compactación de la mezcla.

Respecto al **objetivo específico dos** que fue el determinar de qué manera influye el RC en la propiedad física de proporción de vacíos

Contemplando lo investigado por Castro y León con respecto a la proporción de vacíos se tiene:

RC+0.25% vs. MAC-16: La proporción de vacíos en la mezcla con 0.25% de RC

fue de 4.63%, mientras que en la mezcla con 16% de RC fue de 6%, mostrando un incremento del 25% en los vacíos. Esto indica que la adición de RC en menores proporciones incrementa los vacíos, pero en menor medida que en las mezclas con mayores porcentajes de RC, afectando la compactación.

RC+0.5% vs. MAC-18: En la mezcla con 0.5% de RC, la proporción de vacíos alcanzó 6.56%, frente al 7% en la mezcla con 18% de RC, lo que representa un incremento del 36.67% en los vacíos. La mayor cantidad de vacíos en ambas mezclas sugiere una interrupción en la cohesión interna, comprometida por la presencia de RC.

RC+0.75% vs. MAC-18: La proporción de vacíos en la mezcla con 0.75% de RC fue de 7.34%, mientras que en la mezcla con 18% de RC fue de 7%, mostrando un incremento del 36.67%. La presencia de vacíos más altos puede ser indicativa de una reducción en la compactación y una mayor susceptibilidad a la deformación.

RC+1.00% vs. MAC-20: La proporción de vacíos en la mezcla con 1.00% de RC fue de 8.26%, mientras que en la mezcla con 20% de RC fue de 9.4%, mostrando un incremento del 65.71%. Los vacíos aumentados indican una mayor interrupción de la estructura interna de la mezcla, afectando negativamente su estabilidad y durabilidad.

RC+1.25% vs. MAC-20: En la mezcla con 1.25% de RC, la proporción de vacíos fue de 8.75%, mientras que en la mezcla con 20% de RC fue de 9.4%. La mayor cantidad de vacíos en ambas mezclas sugiere una disminución significativa en la compactación, lo que podría comprometer la capacidad de carga del pavimento.

Contemplando lo investigado por Soto con respecto a la proporción de vacíos se tiene:

RC+0.25% vs. CR-5%: La proporción de vacíos en la mezcla con 0.25% de RC fue de 4.63%, un incremento del 18.11% respecto al patrón de 3.92%. Soto reportó que la adición de 5% de CR resultó en un porcentaje de vacíos de 4.96%. Ambos resultados indican que la adición de CR y RC aumenta la cantidad de

vacíos en la mezcla, lo que puede afectar la durabilidad y resistencia a largo plazo del pavimento.

RC+0.5% vs. CR-10%: En la mezcla con 0.5% de RC, la proporción de vacíos alcanzó 6.56%, mostrando un incremento del 67.34% respecto al patrón. Soto encontró que con una adición del 10% de CR, el porcentaje de vacíos fue de 5.48%. La mayor cantidad de vacíos en ambas mezclas sugiere una compactación insuficiente y una mayor susceptibilidad a la infiltración de agua, lo que puede comprometer la integridad estructural del pavimento.

RC+0.75% vs. CR-15%: La proporción de vacíos en la mezcla con 0.75% de RC fue de 7.34%, un incremento del 87.24% respecto al patrón. Soto reportó que con una adición del 15% de CR, el porcentaje de vacíos fue de 6.25%. La alta proporción de vacíos en ambas mezclas indica una reducción significativa en la cohesión y compactación, lo que puede afectar negativamente la estabilidad y durabilidad del pavimento.

RC+1.00% vs. CR-20%: La mezcla con 1.00% de RC presentó una proporción de vacíos de 8.26%, un incremento del 110.71% respecto al patrón. Soto no proporciona datos específicos para una adición del 20%, pero basándonos en la tendencia observada, se puede inferir que mayores adiciones de CR y RC resultan en una cantidad significativamente mayor de vacíos, comprometiendo la compactación y cohesión interna de la mezcla.

RC+1.25% vs. CR-20%: Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró una proporción de vacíos de 8.75%, un incremento del 123.21% respecto al patrón. Aunque Soto no proporciona datos específicos para una adición del 20%, los resultados sugieren que la proporción de vacíos continúa aumentando con mayores adiciones de CR y RC. Esto es consistente con la tendencia observada en estudios previos, indicando que las altas proporciones de CR y RC introducen una cantidad significativa de vacíos en la mezcla, afectando negativamente la densidad y la capacidad de carga.

Referente a lo investigado por Quispe respecto al porcentaje de vacíos se tiene:

RC+0.25% vs. 6.5% LA + 0.25% VL La proporción de vacíos en la mezcla con

0.25% de RC fue de 4.63%, un incremento del 18.11% respecto al patrón de 3.92%. En el estudio de Quispe, la adición de 6.5% LA y 0.25% VL resultó en una proporción de vacíos de 5.5%. Ambos resultados indican que la adición de caucho incrementa la cantidad de vacíos en la mezcla, lo que puede afectar la durabilidad y resistencia a largo plazo del pavimento.

RC+0.5% vs. 5.5% LA + 0.25% VP En la mezcla con 0.5% de RC, la proporción de vacíos alcanzó 6.56%, mostrando un incremento del 67.34% respecto al patrón. Quispe reportó que con una adición de 5.5% LA y 0.25% VP, la proporción de vacíos fue de 6.25%. La mayor cantidad de vacíos en ambas mezclas sugiere una compactación insuficiente y una mayor susceptibilidad a la infiltración de agua, comprometiendo la integridad estructural del pavimento.

RC+0.75% vs. 6.0% LA + 0.25% VL La proporción de vacíos en la mezcla con 0.75% de RC fue de 7.34%, un incremento del 87.24% respecto al patrón. Quispe encontró que con una adición de 6.0% LA y 0.25% VL, la proporción de vacíos fue de 6.45%. La alta proporción de vacíos en ambas mezclas indica una reducción significativa en la cohesión y compactación, afectando negativamente la estabilidad y durabilidad del pavimento.

RC+1.00% vs. 5.5% LA + 0.25% VP La mezcla con 1.00% de RC presentó una proporción de vacíos de 8.26%, un incremento del 110.71% respecto al patrón. Quispe no proporciona datos específicos para una adición de 5.5% LA y 0.25% VP, pero basándonos en la tendencia observada, se puede inferir que mayores adiciones de RC resultan en una cantidad significativamente mayor de vacíos, comprometiendo la compactación y cohesión interna de la mezcla.

RC+1.25% vs. 6.5% LA + 0.25% VL Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró una proporción de vacíos de 8.75%, un incremento del 123.21% respecto al patrón. Quispe reportó una proporción de vacíos de 6.5% con la adición de 6.5% LA y 0.25% VL. Los resultados sugieren que la proporción de vacíos continúa aumentando con mayores adiciones de RC y caucho, afectando negativamente la densidad y la capacidad de carga de la mezcla.

Contemplando lo investigado por Lee respecto al porcentaje de vacíos se tiene:

RC+0.25% vs. 15% RCA. La proporción de vacíos en la mezcla con 0.25% de RC fue de 4.63%, un incremento del 18.11% respecto al patrón de 3.92%. En el estudio de Li, la adición de 15% RCA resultó en una proporción de vacíos de 5.1%. Ambos resultados indican que la adición de caucho incrementa la cantidad de vacíos en la mezcla, lo que puede afectar la durabilidad y resistencia a largo plazo del pavimento.

RC+0.5% vs. 20% RCA. En la mezcla con 0.5% de RC, la proporción de vacíos alcanzó 6.56%, mostrando un incremento del 67.34% respecto al patrón. Li reportó que con una adición de 20% RCA, la proporción de vacíos fue de 6.3%. La mayor cantidad de vacíos en ambas mezclas sugiere una compactación insuficiente y una mayor susceptibilidad a la infiltración de agua, comprometiendo la integridad estructural del pavimento.

RC+0.75% vs. 25% RCA. La proporción de vacíos en la mezcla con 0.75% de RC fue de 7.34%, un incremento del 87.24% respecto al patrón. Li encontró que con una adición de 25% RCA, la proporción de vacíos fue de 7.2%. La alta proporción de vacíos en ambas mezclas indica una reducción significativa en la cohesión y compactación, afectando negativamente la estabilidad y durabilidad del pavimento.

RC+1.00% vs. 30% RCA. La mezcla con 1.00% de RC presentó una proporción de vacíos de 8.26%, un incremento del 110.71% respecto al patrón. Li no proporciona datos específicos para una adición de 30% RCA, pero basándonos en la tendencia observada, se puede inferir que mayores adiciones de RC resultan en una cantidad significativamente mayor de vacíos, comprometiendo la compactación y cohesión interna de la mezcla.

RC+1.25% vs. 35% RCA. Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró una proporción de vacíos de 8.75%, un incremento del 123.21% respecto al patrón. Li reportó una proporción de vacíos de 8.5% con la adición de 35% RCA. Los resultados sugieren que la proporción de vacíos continúa aumentando con mayores adiciones de RC y RCA, afectando negativamente la densidad y la capacidad de carga de la mezcla.

Respecto al **objetivo específico 3** que fue determinar de qué manera la

incorporación de RC mejoro el comportamiento mecánico de estabilidad

Contemplando lo investigado por Castro y León con respecto al comportamiento mecánico de la estabilidad se tiene:

RC+0.25% vs. MAC-16: La estabilidad de la mezcla con 0.25% de RC fue de 1784.25 kg, superando los 1020 kg reportados para la mezcla con 16% de RC. Esto sugiere una mayor resistencia a la deformación bajo cargas, indicando que una menor adición de RC puede mejorar la estabilidad estructural. La adición de RC en menores cantidades parece reforzar la cohesión interna de la mezcla asfáltica, proporcionando una mejor capacidad de carga y resistencia a las deformaciones permanentes.

RC+0.5% vs. MAC-18: La estabilidad fue de 1523.50 kg para la mezcla con 0.5% de RC, mientras que la mezcla con 18% de RC presentó una estabilidad de 1050 kg. La mayor estabilidad en la mezcla con 0.5% de RC indica una mejor resistencia a la deformación comparada con la mezcla con mayor contenido de RC. Esto podría deberse a que una dosificación moderada de RC proporciona un equilibrio óptimo entre flexibilidad y resistencia, mejorando la durabilidad del pavimento sin comprometer su estructura.

RC+0.75% vs. MAC-18: La estabilidad mostró una reducción significativa, con la mezcla de 0.75% de RC obteniendo 1332.25 kg frente a 1050 kg en la mezcla con 18% de RC. La mayor cantidad de RC en la mezcla parece comprometer la resistencia estructural de la mezcla asfáltica, posiblemente debido a la mayor cantidad de vacíos introducidos por el RC, que reduce la cohesión y compactación de la mezcla. Esto sugiere que hay un límite óptimo para la adición de RC, más allá del cual la estabilidad del pavimento se ve afectada negativamente.

RC+1.00% vs. MAC-20: La estabilidad de la mezcla con 1.00% de RC fue de 1165.00 kg, mientras que la mezcla con 20% de RC presentó una estabilidad de 750 kg. Esta comparación indica una mayor susceptibilidad a la deformación en la mezcla con mayor contenido de RC. La notable reducción en estabilidad con la adición del 20% de RC en la mezcla de Castro y León puede estar relacionada con un aumento significativo en los vacíos y una menor cohesión interna,

afectando la capacidad del pavimento para soportar cargas pesadas.

RC+1.25% vs. MAC-20: Finalmente, la estabilidad mostró una mejora en la mezcla con 1.25% de RC, alcanzando 1931.25 kg, superando los 750 kg de la mezcla con 20% de RC. Esto sugiere que aunque la densidad y proporción de vacíos se vean comprometidas, la mezcla con 1.25% de RC puede ofrecer una resistencia mejorada bajo ciertas condiciones de carga. La adición de RC en esta proporción parece proporcionar un refuerzo estructural efectivo, mejorando la capacidad del pavimento para resistir deformaciones y aumentando su durabilidad.

Contemplando lo investigado por Soto con respecto al comportamiento mecánico de la estabilidad se tiene:

RC+0.25% vs. CA-5%: En la presente investigación, la estabilidad con la dosificación RC+0.25% alcanzó un valor de 1784.25 kg, lo cual representa un incremento del 12.52% respecto al valor patrón de 1585.75 kg. Esta mejora en la estabilidad puede atribuirse a la adición de RC, que proporciona una mayor rigidez y resistencia al esfuerzo cortante en la mezcla asfáltica. Soto encontró que con la adición del 5% de CR, la estabilidad fue de 1463 kg, mostrando una disminución respecto al patrón de 1546 kg. Esto sugiere que, mientras la adición moderada de RC mejora la estabilidad, las mayores cantidades de CR pueden comprometerla debido a una mayor cantidad de vacíos y menor cohesión interna.

RC+0.5% vs. CA-10%: La estabilidad de la mezcla con 0.5% de RC fue de 1523.50 kg, mostrando una disminución del 3.93% respecto al valor patrón. Soto reportó que la estabilidad con la adición del 10% de CR fue de 1440 kg, lo que indica una reducción significativa en comparación con el patrón. Esta disminución en estabilidad puede ser el resultado de una distribución no óptima del RC en la mezcla, afectando negativamente la cohesión interna. Ambos estudios sugieren que una alta dosificación de RC o CR puede introducir más vacíos, reduciendo la estabilidad.

RC+0.75% vs. CA-15%: Con una dosificación de 0.75% de RC, la estabilidad fue de 1332.25 kg, una reducción del 15.99% respecto al patrón. Soto encontró que con una adición del 15% de CR, la estabilidad fue de 1410 kg, menor que el

valor patrón. Ambos resultados indican que una mayor cantidad de RC o CR puede comprometer la estabilidad de la mezcla, posiblemente debido a una mayor cantidad de vacíos que reducen la cohesión y compactación.

RC+1.00% vs. CA-20%: La adición de 1.00% de RC resultó en una estabilidad de 1165.00 kg, una reducción del 26.53% respecto al patrón. Soto no reporta datos para una adición del 20%, pero basándonos en la tendencia observada, se puede inferir que mayores cantidades de CR y RC resultan en una estabilidad significativamente menor. Esto sugiere que la estructura interna de la mezcla se ve comprometida, aumentando los vacíos y reduciendo la densidad y cohesión.

Referente a lo investigado por Quispe respecto a la estabilidad se tiene:

RC+0.25% vs. 6.5% LA + 0.5% VP En la presente investigación, la estabilidad con la dosificación RC+0.25% alcanzó un valor de 1784.25 kg, lo cual representa un incremento del 12.52% respecto al valor patrón de 1585.75 kg. En el estudio de Quispe, con la adición de 6.5% de líquido asfáltico (LA) y 0.5% de caucho de vehículo pesado (VP), la estabilidad fue de 647.33 kg, una disminución significativa en comparación con el valor convencional. Esto sugiere que la adición de RC mejora la estabilidad de la mezcla asfáltica en mayor medida que la adición de VP, probablemente debido a una mejor interacción entre los componentes y una mayor cohesión interna de la mezcla.

RC+0.5% vs. 6.0% LA + 0.25% VL La estabilidad de la mezcla con 0.5% de RC fue de 1523.50 kg, mostrando una disminución del 3.93% respecto al valor patrón. Quispe reportó una estabilidad de 895.67 kg con la adición de 6.0% LA y 0.25% de caucho de vehículo ligero (VL). Aunque ambas dosificaciones presentan una reducción en la estabilidad, la mezcla con RC mantiene una estabilidad significativamente mayor, lo que indica que el RC podría proporcionar una estructura más resistente en comparación con el caucho de vehículo ligero.

RC+0.75% vs. 6.5% LA + 0.25% VL Con una dosificación de 0.75% de RC, la estabilidad fue de 1332.25 kg, una reducción del 15.99% respecto al patrón. Quispe encontró que con 6.5% LA y 0.25% VL, la estabilidad fue de 680.67 kg. La mayor estabilidad observada en la mezcla con RC sugiere que el caucho reciclado puede ofrecer una mayor resistencia a la deformación, mientras que la

adición de VL podría no ser tan efectiva en mantener la estabilidad estructural de la mezcla asfáltica.

RC+1.00% vs. 6.5% LA + 0.5% VP La adición de 1.00% de RC resultó en una estabilidad de 1165.00 kg, una reducción del 26.53% respecto al patrón. En el estudio de Quispe, la estabilidad con 6.5% LA y 0.5% VP fue de 647.33 kg. Este resultado refuerza la idea de que el RC, incluso a mayores dosificaciones, puede mantener una estabilidad superior en comparación con el caucho de vehículos pesados, posiblemente debido a una mejor distribución y cohesión dentro de la mezcla.

RC+1.25% vs. 5.5% LA + 0.25% VP Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró una estabilidad de 1931.25 kg, un incremento del 21.79% respecto al patrón. Quispe reportó una estabilidad de 709.67 kg con la adición de 5.5% LA y 0.25% VP. Estos resultados sugieren que la alta adición de RC no solo mantiene sino que puede mejorar significativamente la estabilidad, mientras que las adiciones de VP podrían no ser tan efectivas en mejorar la resistencia estructural de la mezcla asfáltica.

Contemplando lo investigado por Lee respecto a la estabilidad se tiene:

RC+0.25% vs. 10% RA. En la presente investigación, la estabilidad con la dosificación RC+0.25% alcanzó un valor de 1784.25 kg, lo cual representa un incremento del 12.52% respecto al valor patrón de 1585.75 kg. En el estudio de Li, con la adición de 10% de RA (agregado de caucho reciclado), la estabilidad fue de 1600 kg. Esto sugiere que la adición de RC mejora la estabilidad de la mezcla asfáltica en mayor medida que la adición de RA, probablemente debido a una mejor interacción entre los componentes y una mayor cohesión interna de la mezcla.

RC+0.5% vs. 15% RA. La estabilidad de la mezcla con 0.5% de RC fue de 1523.50 kg, mostrando una disminución del 3.93% respecto al valor patrón. Li reportó una estabilidad de 1550 kg con la adición de 15% RA. Aunque ambas dosificaciones presentan una reducción en la estabilidad en comparación con la mezcla patrón, la mezcla con RA mantiene una estabilidad ligeramente superior, lo que indica que el RC podría proporcionar una estructura más resistente en

comparación con el RA a estas dosificaciones específicas.

RC+0.75% vs. 20% RA. Con una dosificación de 0.75% de RC, la estabilidad fue de 1332.25 kg, una reducción del 15.99% respecto al patrón. Li encontró que con 20% RA, la estabilidad fue de 1500 kg. La mayor estabilidad observada en la mezcla con RA sugiere que el agregado reciclado puede ofrecer una mayor resistencia a la deformación en comparación con el RC a esta proporción, posiblemente debido a diferencias en la distribución y cohesión del material.

RC+1.00% vs. 25% RA. La adición de 1.00% de RC resultó en una estabilidad de 1165.00 kg, una reducción del 26.53% respecto al patrón. En el estudio de Li, la estabilidad con 25% RA fue de 1450 kg. Este resultado refuerza la idea de que el RC, incluso a mayores dosificaciones, puede mantener una estabilidad superior en comparación con el RA, probablemente debido a una mejor distribución y cohesión dentro de la mezcla.

RC+1.25% vs. 30% RA. Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró una estabilidad de 1931.25 kg, un incremento del 21.79%. Li reportó una estabilidad de 1400 kg con la adición de 30% RA. Estos resultados sugieren que la alta adición de RC no solo mantiene sino que puede mejorar significativamente la estabilidad, mientras que las adiciones de RA, aunque efectivas, podrían no ser tan óptimas en mejorar la resistencia estructural de la mezcla asfáltica.

Finalmente el **objetivo específico 4** que verifico de qué manera la incorporación de RC mejorara el comportamiento mecánico de flujo.

Contemplando lo investigado por Castro y León con respecto al flujo se tiene:

RC+0.25% vs. MAC-16: El flujo de la mezcla con 0.25% de RC fue de 3.61 mm, mientras que la mezcla con 16% de RC tuvo un flujo de 0.36 cm. Este incremento en el flujo sugiere una mayor deformabilidad en la mezcla con RC, lo que puede afectar la resistencia a la fisuración y la durabilidad del pavimento.

RC+0.5% vs. MAC-18: El flujo de la mezcla con 0.5% de RC fue de 3.98 mm, en comparación con 0.39 cm en la mezcla con 18% de RC. El mayor flujo en la mezcla con 0.5% de RC indica una mayor capacidad de deformación, lo cual puede ser beneficioso para resistir tensiones térmicas, aunque puede

comprometer la estabilidad a largo plazo.

RC+0.75% vs. MAC-18: El flujo de la mezcla con 0.75% de RC fue de 4.41 mm, comparado con 0.39 cm en la mezcla con 18% de RC. La mayor deformabilidad puede mejorar la resistencia a la fisuración, pero también sugiere una susceptibilidad aumentada a la formación de roderas bajo cargas repetitivas.

RC+1.00% vs. MAC-20: El flujo fue de 4.87 mm en la mezcla con 1.00% de RC, en comparación con 0.44 cm en la mezcla con 20% de RC. El aumento en el flujo indica una mezcla más flexible, pero potencialmente más vulnerable a deformaciones permanentes bajo tráfico pesado.

RC+1.25% vs. MAC-20: El flujo fue de 5.22 mm en la mezcla con 1.25% de RC, comparado con 0.44 cm en la mezcla con 20% de RC. La alta deformabilidad refleja una mejor capacidad para absorber tensiones, aunque puede comprometer la integridad estructural a largo plazo del pavimento.

Contemplando lo investigado por Soto con respecto al flujo se tiene:

RC+0.25% vs. CA-5%: El flujo de la mezcla con 0.25% de RC fue de 3.61 mm, un incremento del 25.04% respecto al valor patrón de 2.89 mm. Este aumento en el flujo indica una mayor deformabilidad de la mezcla, lo que puede ser beneficioso para la resistencia a la fisuración bajo cargas repetidas. Soto encontró que con la adición del 5% de CR, el flujo fue de 4.23 mm, mayor que el patrón de 3.68 mm. Esto sugiere que ambas adiciones de RC y CR pueden mejorar la flexibilidad de la mezcla, aunque con un riesgo potencial de mayor deformación plástica.

RC+0.5% vs. CA-10%: El flujo en la mezcla con 0.5% de RC fue de 3.98 mm, mostrando un aumento del 37.87% respecto al patrón. Este incremento sugiere una mayor capacidad de la mezcla para absorber deformaciones sin fracturarse, lo cual es consistente con las observaciones de Soto, quien reportó un flujo incrementado con la adición del 10% de CR. Esto indica que tanto RC como CR pueden mejorar la deformabilidad, aunque es crucial mantener un balance para evitar la excesiva deformación plástica.

RC+0.75% vs. CA-15%: Con una dosificación de 0.75% de RC, el flujo fue de

4.41 mm, un aumento del 52.69% respecto al patrón. La mayor deformabilidad puede ser beneficiosa para ciertas aplicaciones, pero también indica una posible reducción en la resistencia a la formación de roderas. Soto también observó que las mezclas con 15% de CR mostraron una mayor deformabilidad, lo cual es ventajoso para resistir la fisuración pero puede comprometer la durabilidad bajo tráfico pesado.

RC+1.00% vs. CA-20%: El flujo de la mezcla con 1.00% de RC fue de 4.87 mm, un incremento del 68.80% respecto al patrón. Esta elevada deformabilidad sugiere que la mezcla es mucho más flexible, pero potencialmente más vulnerable a deformaciones permanentes. Soto indicó que con una adición del 20% de CR, el flujo también aumentó significativamente, lo que refuerza la idea de que altas dosificaciones de caucho mejoran la flexibilidad pero requieren un control cuidadoso para mantener la estabilidad estructural.

RC+1.25% vs. CA-20%: Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró un flujo de 5.22 mm, un incremento del 80.85% respecto al patrón. Esta notable flexibilidad puede ser ventajosa en términos de resistencia a la fisuración, pero también plantea riesgos significativos de deformación permanente bajo tráfico pesado. Soto sugiere que, aunque la flexibilidad es crucial, es esencial encontrar un balance óptimo para maximizar los beneficios del CR sin comprometer la estabilidad estructural del pavimento.

Referente a lo investigado por Quispe respecto al flujo se tiene:

RC+0.25% vs. 6.5% LA + 0.25% VL El flujo de la mezcla con 0.25% de RC fue de 3.61 mm, un incremento del 25.04% respecto al valor patrón de 2.89 mm. En el estudio de Quispe, la adición de 6.5% LA y 0.25% VL resultó en un flujo de 3.9 mm. Ambos resultados indican que la adición de RC y VL incrementa la deformabilidad de la mezcla, mejorando la flexibilidad. Sin embargo, el flujo ligeramente menor con RC sugiere una mejor resistencia a la deformación permanente en comparación con VL.

RC+0.5% vs. 5.5% LA + 0.25% VP El flujo en la mezcla con 0.5% de RC fue de 3.98 mm, mostrando un aumento del 37.87% respecto al patrón. Quispe reportó un flujo de 3.0 mm con la adición de 5.5% LA y 0.25% VP. La mayor

deformabilidad observada con RC podría ser beneficiosa para la resistencia a la fisuración bajo cargas repetidas, aunque también podría aumentar el riesgo de deformación plástica.

RC+0.75% vs. 6.0% LA + 0.25% VL Con una dosificación de 0.75% de RC, el flujo fue de 4.41 mm, un aumento del 52.69% respecto al patrón. En el estudio de Quispe, el flujo con 6.0% LA y 0.25% VL fue de 3.3 mm. La mayor flexibilidad proporcionada por el RC puede ser ventajosa para ciertas aplicaciones, pero también indica una posible reducción en la resistencia a la formación de roderas en comparación con VL.

RC+1.00% vs. 5.5% LA + 0.25% VP El flujo de la mezcla con 1.00% de RC fue de 4.87 mm, un incremento del 68.80% respecto al patrón. En el estudio de Quispe, el flujo con 5.5% LA y 0.25% VP fue de 3.0 mm. Esta elevada deformabilidad sugiere que la mezcla es mucho más flexible, pero potencialmente más vulnerable a deformaciones permanentes. Comparativamente, el flujo más bajo con VP sugiere una mayor rigidez estructural en esa mezcla.

RC+1.25% vs. 6.0% LA + 0.5% VP Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró un flujo de 5.22 mm, un incremento del 80.85% respecto al patrón. Quispe reportó un flujo de 3.6 mm con la adición de 6.0% LA y 0.5% VP. Esta notable flexibilidad puede ser ventajosa en términos de resistencia a la fisuración, pero también plantea riesgos significativos de deformación permanente bajo tráfico pesado. La menor deformabilidad con VP sugiere una mayor resistencia a la deformación plástica, aunque con menor flexibilidad.

Contemplando lo investigado por Lee respecto al flujo se tiene:

RC+0.25% vs. 10% RA. El flujo de la mezcla con 0.25% de RC fue de 3.61 mm, un incremento del 25.04% respecto al valor patrón de 2.89 mm. En el estudio de Li, la adición de 10% RA resultó en un flujo de 3.2 mm. Ambos resultados indican que la adición de RC y RA incrementa la deformabilidad de la mezcla, mejorando la flexibilidad. Sin embargo, el flujo ligeramente mayor con RC sugiere una mejor resistencia a la deformación permanente en comparación con RA.

RC+0.5% vs. 15% RA. El flujo en la mezcla con 0.5% de RC fue de 3.98 mm, mostrando un aumento del 37.87% respecto al patrón. Li reportó un flujo de 3.5 mm con la adición de 15% RA. La mayor deformabilidad observada con RC podría ser beneficiosa para la resistencia a la fisuración bajo cargas repetidas, aunque también podría aumentar el riesgo de deformación plástica.

RC+0.75% vs. 20% RA. Con una dosificación de 0.75% de RC, el flujo fue de 4.41 mm, un aumento del 52.69% respecto al patrón. En el estudio de Li, el flujo con 20% RA fue de 3.7 mm. La mayor flexibilidad proporcionada por el RC puede ser ventajosa para ciertas aplicaciones, pero también indica una posible reducción en la resistencia a la formación de roderas en comparación con RA.

RC+1.00% vs. 25% RA. El flujo de la mezcla con 1.00% de RC fue de 4.87 mm, un incremento del 68.80% respecto al patrón. En el estudio de Li, el flujo con 25% RA fue de 3.9 mm. Esta elevada deformabilidad sugiere que la mezcla es mucho más flexible, pero potencialmente más vulnerable a deformaciones permanentes. Comparativamente, el flujo más bajo con RA sugiere una mayor rigidez estructural en esa mezcla.

RC+1.25% vs. 30% RA. Finalmente, la mezcla con 1.25% de RC mostró un flujo de 5.22 mm, un incremento del 80.85% respecto al patrón. Li reportó un flujo de 4.1 mm con la adición de 30% RA. Esta notable flexibilidad puede ser ventajosa en términos de resistencia a la fisuración, pero también plantea riesgos significativos de deformación permanente bajo tráfico pesado. La menor deformabilidad con RA sugiere una mayor resistencia a la deformación plástica, aunque con menor flexibilidad.

VI. CONCLUSIONES

Primera: La incorporación de RC en mezclas asfálticas tiene un impacto significativo en sus propiedades físicas y mecánicas. La adición de RC disminuye la densidad de la mezcla debido al incremento en la cantidad de vacíos, afectando la compactación y cohesión interna. En términos de estabilidad, dosis moderadas de RC pueden mejorar la resistencia al esfuerzo cortante, mientras que dosis excesivas pueden introducir demasiados vacíos, comprometiendo la estabilidad de la mezcla. En cuanto a la deformabilidad, el RC incrementa el flujo de la mezcla, mejorando su flexibilidad pero aumentando el riesgo de deformaciones plásticas permanentes. Estos hallazgos subrayan la importancia de una optimización cuidadosa de la dosificación de RC para equilibrar la densidad, estabilidad y flexibilidad, asegurando un desempeño óptimo y duradero de la mezcla asfáltica.

Segunda: Se determinó que la adición de RC en la mezcla asfáltica mostró una disminución progresiva en la densidad con el incremento de la dosificación. La densidad del patrón fue de 2.50 gr/cm^3 , mientras que la mezcla con 1.25% de RC presentó una densidad de 2.38 gr/cm^3 , una reducción del 5.06%. Esta tendencia decreciente indica que la incorporación de RC introduce una mayor cantidad de vacíos en la mezcla, afectando negativamente la compactación y la cohesión interna del material. La reducción en densidad sugiere que, para mantener una compactación adecuada y asegurar la integridad estructural del pavimento, es crucial optimizar la dosificación de RC.

Tercera Se determinó que la proporción de vacíos en la mezcla asfáltica aumentó significativamente con la adición de RC. Mientras que la mezcla patrón presentó un 3.92% de vacíos, la mezcla con 1.25% de RC mostró un 8.75%, un incremento del 123.21%. Este aumento en la cantidad de vacíos se correlaciona con la disminución en densidad y sugiere una compactación insuficiente. Una mayor proporción de vacíos puede comprometer la durabilidad del pavimento, aumentando su susceptibilidad a la infiltración de agua y a la acción de agentes climáticos. Es esencial controlar la proporción de vacíos mediante un diseño adecuado de la mezcla y una dosificación precisa de RC para asegurar la durabilidad y el rendimiento óptimo del pavimento.

Cuarta Se determinó que la estabilidad mostró variaciones con la adición de RC, alcanzando su punto más alto con una dosificación de 1.25% de RC (1931.25 kg, un incremento del 21.79% respecto al patrón) y su punto más bajo con una dosificación de 1.00% de RC (1165.00 kg, una reducción del 26.53%). La mejora en la estabilidad con dosis moderadas de RC sugiere una mejor cohesión interna y una resistencia aumentada al esfuerzo cortante. Sin embargo, dosis mayores pueden comprometer la estabilidad debido a la introducción de demasiados vacíos, que reducen la cohesión y la capacidad de carga. La optimización de la dosificación de RC es fundamental para maximizar la estabilidad estructural sin comprometer otras propiedades mecánicas de la mezcla.

Quinta: Se determinó que la adición de RC incrementó significativamente el flujo de las mezclas asfálticas. El flujo del patrón fue de 2.89 mm, mientras que la mezcla con 1.25% de RC alcanzó un flujo de 5.22 mm, un incremento del 80.85%. Este aumento en el flujo indica una mayor deformabilidad y flexibilidad de la mezcla, lo que puede ser beneficioso para resistir fisuraciones bajo cargas repetidas. Sin embargo, una deformabilidad excesiva puede aumentar la susceptibilidad a deformaciones plásticas permanentes. La optimización del contenido de RC es crucial para equilibrar la flexibilidad y la estabilidad estructural, asegurando que el pavimento pueda resistir tanto las cargas dinámicas como las estáticas sin comprometer su integridad a largo plazo.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Para maximizar los beneficios y mitigar las desventajas de la adición de RC en mezclas asfálticas, se recomienda implementar un enfoque integral de optimización de la dosificación y técnicas de mezcla. Es crucial realizar estudios detallados de laboratorio y ensayos en campo para determinar la proporción óptima de RC que equilibre la densidad, estabilidad y deformabilidad de la mezcla. Se sugiere investigar y aplicar aditivos estabilizantes y técnicas avanzadas de compactación para mejorar la cohesión interna y reducir la proporción de vacíos. Además, es importante establecer un control de calidad riguroso durante la producción y aplicación de la mezcla asfáltica para asegurar que las propiedades físicas y mecánicas se mantengan dentro de los parámetros óptimos, garantizando así la durabilidad y resistencia de la mezcla a largo plazo.

Segunda: Para mitigar la reducción en densidad observada con la adición de RC, se recomienda optimizar la dosificación de RC en la mezcla asfáltica. Es esencial realizar un estudio detallado de la dosificación para encontrar el equilibrio óptimo que mantenga una densidad adecuada sin comprometer otras propiedades mecánicas. Además, se sugiere implementar técnicas de compactación avanzadas y asegurar un control de calidad riguroso durante la producción y aplicación del pavimento para minimizar la introducción de vacíos y mejorar la cohesión interna de la mezcla.

Tercera: Dado el incremento significativo en la proporción de vacíos con la adición de RC, se recomienda ajustar los procesos de mezcla y compactación para reducir la cantidad de vacíos en la mezcla asfáltica. Es importante explorar la adición de aditivos o modificadores que puedan mejorar la cohesión y reducir los vacíos sin afectar negativamente otras propiedades de la mezcla. Además, se sugiere realizar ensayos de laboratorio y en campo para determinar las mejores prácticas de mezcla y compactación que aseguren una proporción de vacíos óptima para la durabilidad y rendimiento del pavimento.

Cuarta: Para maximizar la estabilidad de las mezclas asfálticas con RC, se recomienda realizar una evaluación detallada de la dosificación de RC y su impacto en la estabilidad. Es crucial identificar la dosificación óptima que mejora la cohesión interna y resistencia al esfuerzo cortante sin introducir demasiados

vacíos. Se sugiere realizar ensayos de estabilidad y deformación en diferentes condiciones de carga para asegurar que la mezcla asfáltica pueda mantener su integridad estructural a largo plazo. Además, se recomienda investigar el uso de aditivos estabilizantes que puedan complementar la adición de RC y mejorar la estabilidad de la mezcla.

Quinta: Para equilibrar la mayor deformabilidad y flexibilidad observada con la adición de RC, se recomienda ajustar la dosificación de RC para evitar una deformabilidad excesiva que pueda llevar a deformaciones plásticas permanentes. Es importante realizar ensayos de flujo y resistencia a la fisuración bajo cargas repetidas para determinar la dosificación óptima que maximice la flexibilidad sin comprometer la estabilidad estructural. Además, se sugiere investigar el uso de aditivos que puedan mejorar la resistencia a la deformación plástica y complementar los beneficios de la adición de RC, asegurando así un pavimento duradero y resistente.

REFERENCIAS

- ADHAM, M., NARINDERJIT, S. y AAWAG, A., 2023. Applications of Synthetic, Natural, and Waste Fibers in Asphalt Mixtures: A Citation-Based Review. *Polymers 2023*, Vol. 15, Page 1004 [en línea], vol. 15, no. 4, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2073-4360. DOI 10.3390/POLYM15041004. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4360/15/4/1004>.
- ARIAS, J., HOLGADO, J., TAFUR, T. y VÁSQUEZ, M., 2022. Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. *Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis*, DOI 10.35622/INUDI.B.016.
- ARIAS-GÓMEZ, J., VILLASÍS-KEEVER, M. y MIRANDA-NOVALES, M., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea], vol. 63, no. 2, [consulta: 2 mayo 2023]. ISSN 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- ARIAS-GONZALES, J. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y Metodología de Investigación* [en línea]. 01. Arequipa: s.n. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132>.
- ASPHALT INSTITUTE, 2008. *MS-19 Basic Asphalt Emulsion Manual* [en línea]. S.I.: Asphalt Institute. [consulta: 15 mayo 2024]. vol. 1. Disponible en: <https://bookstore.asphaltinstitute.org/catalog/book/ms19asphaltemulsion>.
- BARZOLA, D., 2023. *Caucho reciclado en comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en el Distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2022* [en línea]. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. [consulta: 23 abril 2024]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2945>.
- CARPANI, C., BOCCI, E. y BOCCI, M., 2023. Characterization of Cold Recycled Asphalt Mixtures including Reinforcing Fibers. *Sustainability 2023*, Vol. 15, Page 16209 [en línea], vol. 15, no. 23, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/SU152316209. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/23/16209>.
- CASTRO, A. y LEON, A., 2019. *Influencia de la adición de caucho reciclado en*

las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para la Avenida Pacífico – tramo ovalo La Familia – Nuevo Chimbote - 2019 [en línea]. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. [consulta: 23 abril 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45848>.

ENRIQUEZ, J. y CUENTAS, M., 2023. *Análisis de la viabilidad económica y ambiental utilizando pavimento asfáltico reciclado en obras viales con pavimento flexible en caliente* [en línea]. Arequipa: Universidad Católica San Pablo. [consulta: 16 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucsp.edu.pe/items/16f9ed79-6456-4b9e-9ea9-329a277dddf6>.

ESCUADERO, C.L. y CORTEZ, L.A., 2018. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. S.I.: Ediciones UTMACH. ISBN 978-9942-24-092-7.

FIGUEROA, A. y FONSECA, E., 2020. Desempeño del pavimento con mezcla reciclada-RAP y grano de caucho reciclado-GCR. *Infraestructura Vial* [en línea], vol. 22, no. 39, [consulta: 19 mayo 2024]. ISSN 1409-4045. DOI 10.15517/IV.V22I39.41205. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343400292_Desempeno_del_pavimento_con_mezcla_reciclada-RAP_y_grano_de_caucho_reciclado-GCR_Pavement_performance_with_reclaimed_asphalt_pavement-RAP_and_recycled_tire_rubber-RTR.

GAUTAM, L., KALLA, P., JAIN, J.K., CHOUDHARY, R. y JAIN, A., 2022. Robustness of self-compacting concrete incorporating bone china ceramic waste powder along with granite cutting waste for sustainable development. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 367, [consulta: 12 mayo 2024]. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/J.JCLEPRO.2022.132969. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622025616?via%3Dihub>.

HERNANDEZ, R., MÉNDEZ, S., MENDOZA, C. y CUEVAS, A., 2017. *Fundamentos de Investigación*. 01. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. ISBN 978-607-15-1395-3.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la*

investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. S.I.: Mc Graw Hill Education. vol. 1. ISBN 978-1-4562-6096-5.

HIGUERA-SANDOVAL, C., OLARTE-RIAÑO, B. y SOLER-SÁNCHEZ, R., 2019. Effect of the recycled rubber grain in the rutting of an asphalt mixture type MD-12. *Respuestas*, ISSN 0122-820X, ISSN-e 2422-5053 [en línea], vol. 24, no. 1, [consulta: 19 mayo 2024]. ISSN 0122-820X. DOI 10.22463/0122820X.1794. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7163150&info=resumen&idioma=ENG>.

HOU, S., XU, T. y HUANG, K., 2017. Aggregate Gradation Influence on Grouting Results and Mix Design of Asphalt Mixture Skeleton for Semi-Flexible Pavement. *Journal of Testing and Evaluation* [en línea], vol. 45, no. 2, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 0090-3973. DOI 10.1520/JTE20150190. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1520/JTE20150190>.

HOYOS, L.M., PUICON, K. del C. y MUÑOZ, S.P., 2021. Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria. *Infraestructura Vial* [en línea], vol. 23, no. 41, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2215-3705. DOI 10.15517/IV.V23I41.44410. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

HOYOS, R., 2021. *Resistencia del Mortero Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Caña de Azúcar (Saccharum officinarum) y Polvo de Almeja (Semele)* [en línea]. 2021. S.I.: s.n. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63230/Hoyos_DRJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LI, C., LI, Z., GUO, T., CHEN, Y., JING, S., WANG, J. y JIN, L., 2024. Study on Rheological Properties and Modification Mechanism of Budun Rock Asphalt/Nano-Silica Composite Modified Asphalt. *Coatings 2024, Vol. 14, Page 226* [en línea], vol. 14, no. 2, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2079-6412. DOI 10.3390/COATINGS14020226. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6412/14/2/226>.

LI, W., YAO, H., YANG, D., PENG, C., WANG, H., CHEN, Z. y ZHAO, Y., 2023.

- Study on Pavement Performance of Recycled Asphalt Mixture Modified by Carbon Nanotubes and Waste Engine Oil. *Applied Sciences* 2023, Vol. 13, Page 10287 [en línea], vol. 13, no. 18, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/APP131810287. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/18/10287>.
- MEDINA, N.F., GARCIA, R., HAJIRASOULIHA, I., PILAKOUTAS, K., GUADAGNINI, M. y RAFFOUL, S., 2018. Composites with recycled rubber aggregates: Properties and opportunities in construction. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 188, [consulta: 19 mayo 2024]. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.08.069. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818320105>.
- MÉNDEZ, J. y TORRES, E., 2022. *Diseño de una mezcla asfáltica en frío reutilizando material asfáltico fresado (RAP) e incorporando fillers comerciales (cal hidratada / cemento) por vía seca* [en línea]. Quito: Universidad Central del Ecuador. [consulta: 23 abril 2024]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/ba55360b-3b99-4e40-aab2-e9134d9581d2>.
- MONTEJO-AVILA, K. y NIETO-BOHORQUEZ, L., 2021. *Comparación de asfalto convencional frente a asfalto modificado con material orgánico y granulo de caucho* [en línea]. Colombia: Universidad Católica de Colombia. [consulta: 23 abril 2024]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3430313?show=full>.
- ORTEGON, D. y VILLABON, A., 2018. *Evaluar el comportamiento de una mezcla asfáltica en frío modificada mediante fibras kevlar*. Girardot: Universidad Piloto de Colombia.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, ISSN 0717-9502. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- PETRONAFT, 2024. What Is MC And RC In Asphalt? *What is MC and RC in asphalt?* [en línea]. [consulta: 15 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.petronaftco.com/mc-and-rc-in-asphalt/>.
- PLATI, C., TSAKOUMAKI, M. y GKYRTIS, K., 2022. Physical and Mechanical Properties of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Incorporated into Unbound Pavement Layers. *Applied Sciences* 2023, Vol. 13, Page 362 [en línea], vol. 13, no. 1, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/APP13010362. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/1/362/htm>.
- QUISPE, G., 2021. *Evaluación comparativa del desempeño de mezclas asfálticas convencional y con cal hidratada expuestos a humedad en climas fríos* [en línea]. Arequipa: Universidad San Agustín. [consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/f7292f90-97ef-4393-8510-542a851d5d12>.
- RAHA GROUP, 2016. Manufacturer of Rapid Curing Cutback Bitumen RC-250. *Manufacturer of Rapid Curing Cutback Bitumen RC-* [en línea]. [consulta: 15 mayo 2024]. Disponible en: <https://rahaoil.com/rapid-curing-cutback-bitumen-rc-250/>.
- ROMERO, J., 2023. *Mezclas asfálticas recicladas en frío para optimizar costos en pavimentos de bajo volumen de tránsito*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- RONCAL, J., 2021. *Diseño de asfalto en frío con emulsión CSS1HP y monofilamentos de polipropileno para mejorar resistencias en zonas altas de Moquegua 2021* [en línea]. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [consulta: 15 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68329>.
- SANG-YUM, L., KWANG-WOO, K., YOUNG-MAN, Y. y TRI, M., 2024. Evaluation of eco-friendly asphalt mixtures incorporating waste plastic aggregates and additives: Magnesium, fly ash, and steel slag. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 20, [consulta: 12 mayo 2024]. ISSN 2214-5095. DOI 10.1016/J.CSCM.2023.E02756. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523009373>.

- SHOWKAT, N. y PARVEEN, H., 2017. *Non-Probability and Probability Sampling* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319066480_Non-Probability_and_Probability_Sampling/citation/download.
- SOTO, E., 2023. *Uso de caucho de llantas recicladas en mezclas asfálticas en caliente como adición del cemento asfáltico* [en línea]. Lima: Universidad Tecnológica del Perú. [consulta: 23 abril 2024]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7400>.
- UMAR, H., ZENG, X., LAN, X., ZHU, H., LI, Y., ZHAO, H. y LIU, H., 2021. A Review on Cement Asphalt Emulsion Mortar Composites, Structural Development, and Performance. *Materials 2021, Vol. 14, Page 3422* [en línea], vol. 14, no. 12, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 1996-1944. DOI 10.3390/MA14123422. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/12/3422>.
- VALDERRAMA, S., 2019. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica, cuantitativa, cualitativa y mixta*. Segunda edición. S.l.: s.n.
- WANG, T., LING, X., LIN, J., XIANG, B., YUAN, D., WANG, W., WANG, D. y GUO, D., 2023. Effect of Blending Behavior on the Performance of Hot Recycled Asphalt Mixtures. *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 11723* [en línea], vol. 15, no. 15, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/SU151511723. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/15/11723>.
- WANG, T., ZHAO, X., ZHENG, L., MAO, C., WANG, L., FALCHETTO, A. y GUO, D., 2024. Hot In-Place Recycled Asphalt Mixtures: RAP Analysis, Compaction Characteristics and Field Evaluation. *Sustainability 2024, Vol. 16, Page 1064* [en línea], vol. 16, no. 3, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/SU16031064. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/3/1064>.
- YUE, Y., ABDELSALAM, M. y EISA, M., 2022. Aggregate Gradation Variation on the Properties of Asphalt Mixtures. *Coatings 2022, Vol. 12, Page 1608* [en línea], vol. 12, no. 11, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2079-6412. DOI 10.3390/COATINGS12111608. Disponible en: [121](https://www.mdpi.com/2079-</p></div><div data-bbox=)

6412/12/11/1608.

ZHANG, P., HOU, Y., NIU, K., TIAN, B. y WANG, H., 2023. Effects of Anionic Emulsifiers and Emulsified Asphalt on Hydration and Microstructure of Cement. *Materials 2024, Vol. 17, Page 36* [en línea], vol. 17, no. 1, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 1996-1944. DOI 10.3390/MA17010036. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/1/36>.

ZHAO, H., SU, J., MA, S., SU, C., WANG, X., LI, Z., WEI, J. y CUI, 2022. Study on Cold Recycled Asphalt Mixtures with Emulsified/Foamed Asphalt in the Laboratory and On-Site. *Coatings 2022, Vol. 12, Page 1009* [en línea], vol. 12, no. 7, [consulta: 15 mayo 2024]. ISSN 2079-6412. DOI 10.3390/COATINGS12071009. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6412/12/7/1009>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: Adición de la fibra de caucho en asfalto reciclado mediante fresado en frío mejorando su comportamiento físico-mecánico Moquegua, 2023						
Tesis: Guillermo Cesar Apaza Alvarado						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento físico y mecánico?	Analizar de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejora el comportamiento físico y mecánico Moquegua 2023”	“la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejora el comportamiento físico y mecánico Moquegua 2023”	Variable Independiente: fibras de caucho	dosificación de fibras de caucho	0.25% DE FIBRA DE CAUCHO	método de investigación
						método científico
						diseño de investigación
						experimental
					0.50% DE FIBRA DE CAUCHO	enfoque de investigación
					0.75% DE FIBRA DE CAUCHO	cuantitativa
1% DE FIBRA DE CAUCHO	tipo de investigación					
1.25% DE FIBRA DE CAUCHO	aplicativa					
Específico	Específico	Específico				población
¿de qué manera influye la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de densidad?	Determinar de qué manera influye la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de densidad	la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad física de densidad	Variable Dependiente: comportamiento físico en un asfalto reciclado mediante fresado en frío.	propiedades físicas	densidad	La muestra es conformada por briquetas cilíndricas de mezcla bituminosas en (dosificación sin el material adicional) y dosificación con fibra de caucho al 0.25%, 0.5% y 0.75%,1%,1.25% adicional.
¿de qué manera influye la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de proporción de vacíos?	Determinar de qué manera influye la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío en su propiedad física de proporción de vacíos.	la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad física de proporción de vacíos			proporción de vacíos	La muestra es conformada por briquetas cilíndricas de mezcla bituminosas en (dosificación sin el material adicional) y dosificación con fibra de caucho al 0.25%, 0.5% y 0.75%,1%,1.25% adicional.
¿de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento de mecánico de estabilidad.	Determinar de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento mecánico de estabilidad.	la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad mecánica de estabilidad.	Variable Dependiente: comportamiento mecánico en un asfalto reciclado mediante fresado en frío.	Propiedades mecánicas	Estabilidad (MARSHALL)	El estudio de la población ensayos de material del fresado con distintos porcentajes de fibra de caucho
¿de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento de mecánico de flujo	Determinar de qué manera la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío mejorara el comportamiento mecánico de flujo	la incorporación de la fibra de caucho en un asfalto reciclado mediante el fresado en frío Influye en su propiedad mecánico de flujo.			Flujo (MARSHALL)	

Anexo 2: Certificados de laboratorio



CONTROL DE CALIDAD &
LABORATORIO PARA LA CONSTRUCCION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MTC E 207, NTP 400.019, NTP 400.020

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : lunes, 8 de Enero de 2024

Datos de la Muestra

MATERIAL	ASFALTO RECICLADO	NUMERO DE ESFERAS:	11
GRADACIÓN:	B	PESO DE CADA ESFERA:	415.8 gr.
VELOCIDAD:	30 @ 33 RPM.	NUMERO DE REVOLUCIONES	500

TAMAÑO DE TAMIZ		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCION	DESGASTE POR ABRASIÓN.
PASANTE	RETENIDO				
UNIDADES		gr.	gr.	gr.	%
37.5 mm. (1 1/2")	25.00 mm. (1")	2496.70 2501.30			
25.00 mm. (1")	19.00 mm. (3/4")				
19.00 mm. (3/4")	12.5 mm. (1/2")				
12.5 mm. (1/2")	9.5 mm. (3/8")				
9.5 mm. (3/8")	6.3 mm. (1/4")				
6.3 mm. (1/4")	4.75 mm. (N° 4)				
4.75 mm. (N° 4)	2.36 mm. (N° 8)				

RESULTADOS	4998	3917.1	1080.9	21.63%
------------	------	--------	--------	--------

DESGASTE POR ABRASIÓN.	21.6%
------------------------	-------

Observaciones:

- *El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.
- * Los datos fueron proporciones por el solicitante.




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

Dirección Calle Amazonas N° 105 – Moquegua
Telefono: 970009482 RUC : 20600479866
E-mail: abgbuildingsrl@gmail.com

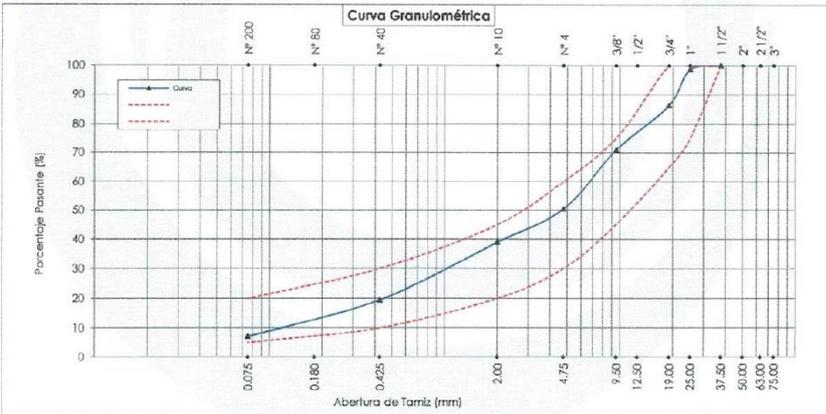
PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALYADOR

FECHA : lunes, 8 de Enero de 2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C-136)												
TAMIZ		%		Especificaciones		Muestra : : M-02 Cantera : : ASFALTO RECICLADO						
Denominación	mm	Retenido	Acumulado	Pasante	MAC-02							
3"	75.00	0.0	0.0	100.0		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>% de Grava</td> <td align="center">49.59</td> </tr> <tr> <td>% de Arena</td> <td align="center">43.32</td> </tr> <tr> <td>% de Finos</td> <td align="center">7.09</td> </tr> </table>	% de Grava	49.59	% de Arena	43.32	% de Finos	7.09
% de Grava	49.59											
% de Arena	43.32											
% de Finos	7.09											
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	100.0								
2"	50.00	0.0	0.0	100.0								
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100	OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>						
1"	25.00	1.3	1.3	98.7	75							
3/4"	19.00	12.3	13.5	86.5	65							
1/2"	12.50	8.6	22.1	77.9								
3/8"	9.50	6.9	29.1	70.9	45							
Nº 4	4.75	20.5	49.6	50.4	30							
Nº 10	2.00	11.5	61.0	39.0	20							
Nº 40	0.425	19.5	80.6	19.4	10							
Nº 80	0.180	8.1	88.6	11.4								
Nº 200	0.075	4.3	92.9	7.1	5							



Observaciones:
 * Los materiales fueron muestreados en obra.
 * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.




 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVADOR
FECHA : Lunes, 8 de Enero de 2024
MUESTRA : M-02

ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO
(ASTM D - 2172)

HUMEDAD DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	PESOS
PESO DE TARA +MUESTRA HUMEDA	1927.30 gr.
PESO DE TARA +MUESTRA SECA	1924.80 gr.
PESO DE TARA	253.30 gr.
PESO DE AGUA	2.50 gr.
PESO DE LA MUESTRA SECA	1671.50 gr.

% DE HUMEDAD (SOLVENTES) **0.15**

EXTRACCION DE ASFALTO DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	PESOS
PESO DE LA MUESTRA SECA	1671.50 gr.
PESO DE LA MUESTRA SECA LAVADA	1584.20 gr.
PESO INICIAL DEL FILTRO (SECO)	22.74 gr.
PESO FINAL DEL FILTRO (SECO)	26.10 gr.
PESO DE RESIDUO DE MEZLA ASFALTICA	90.66 gr.

% DE RESIDUO ASFALTICO **5.42**

Observaciones:

- * Los materiales fueron muestreados en obra.
- * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIR. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

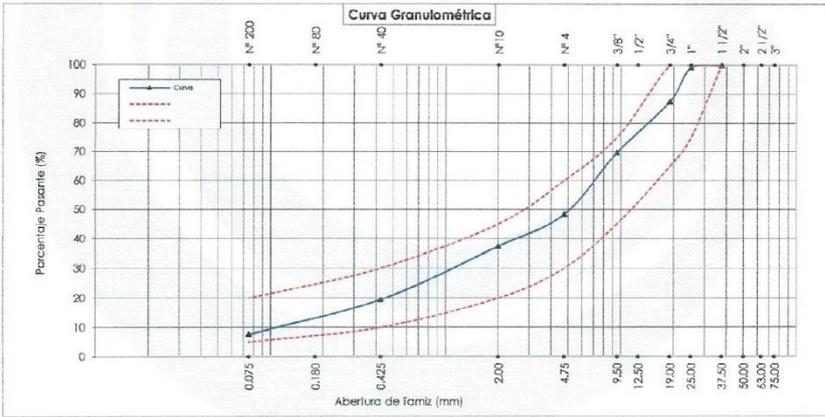
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALYADOR

FECHA : lunes, 8 de Enero de 2024

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM C-136)**

TAMIZ	%	%Retenido	%	Especificaciones	Muestra : : M-01 Cartera : : ASFALTO RECICLADO						
Denominación	mm	Retenido	Pasante	TABLA 437-01							
3"	75.00	0.0	0.0	100	<table border="1"> <tr> <td>% de Grava</td> <td>51.65</td> </tr> <tr> <td>% de Arena</td> <td>40.71</td> </tr> <tr> <td>% de Finos</td> <td>7.64</td> </tr> </table>	% de Grava	51.65	% de Arena	40.71	% de Finos	7.64
% de Grava	51.65										
% de Arena	40.71										
% de Finos	7.64										
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	100.0							
2"	50.00	0.0	0.0	100.0							
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100						
1"	25.00	0.9	0.9	99.1	75						
3/4"	19.00	11.6	12.5	87.5	65						
1/2"	12.50	10.1	22.6	77.4							
3/8"	9.50	7.7	30.3	69.7	45						
Nº 4	4.75	21.3	51.7	48.3	30						
Nº 10	2.00	11.0	62.6	37.4	20						
Nº 40	0.425	17.9	80.5	19.5	10						
Nº 80	0.180	7.4	87.9	12.1							
Nº 200	0.075	4.4	92.4	7.6	5						

OBSERVACIONES:



Observaciones:
 * Los materiales fueron puestos en el laboratorio por el solicitante
 * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.

ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVADOR

FECHA : lunes, 8 de Enero de 2024

MUESTRA : M-01

ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO
(ASTM D - 2172)

HUMEDAD DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	PESOS
PESO DE TARA +MUESTRA HUMEDA	1884.20 gr.
PESO DE TARA +MUESTRA SECA	1881.00 gr.
PESO DE TARA	258.40 gr.
PESO DE AGUA	3.20 gr.
PESO DE LA MUESTRA SECA	1622.60 gr.

% DE HUMEDAD (SOLVENTES) 0.20

EXTRACCION DE ASFALTO DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	PESOS
PESO DE LA MUESTRA SECA	1622.60 gr.
PESO DE LA MUESTRA SECA LAVADA	1539.00 gr.
PESO INICIAL DEL FILTRO (SECO)	22.77 gr.
PESO FINAL DEL FILTRO (SECO)	26.20 gr.
PESO DE RESIDUO DE MEZLA ASFALTICA	87.03 gr.

% DE RESIDUO ASFALTICO 5.36

Observaciones:

- * Los materiales fueron puestos en el laboratorio por el solicitante
- * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.




ERICK ANGELO FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

PESO ESPECIFICO ASTM D 854

PROYECTO : ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023*
SOLICITA : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

Datos de La Muestra

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MATERIAL : ASFALTO RECICLADO
PROCEDENCIA : -

Agregado Grueso ASTM C 127

Ensayo N°	Unid.	T
Recipiente N°		R-1
Peso de la Muestra Seca al homo	gr.	4513.6
Peso de la Muestra saturada Seca al aire	gr.	4556.4
Peso de la Muestra Sumergida	gr.	2772.0
Peso específico Aparante	gr/cc	2.592
Peso específico Sobre Base Seca	gr/cc	2.529
Peso específico Sobre Base Saturada Superficialmente Seca	gr/cc	2.553

Agregado Fino ASTM C 128

Ensayo N°	Unid.	T
Peso de la Muestra Seca	gr.	533.5
Peso Fiola + Agua al Enrase	gr.	1269.7
Peso Fiola + Muestra + Agua Enrase	gr.	1600.5
Peso específico Aparante	gr/cc	2.632

Peso Especifico Solidos ASTM D854

Peso específico total	gr/cc	2.611
-----------------------	-------	-------

Observaciones:

- * Los materiales fueron puestos en el laboratorio por el solicitante.
- * Los datos fueron proporciones por el solicitante.




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 145225

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITA : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

Datos de la Muestra

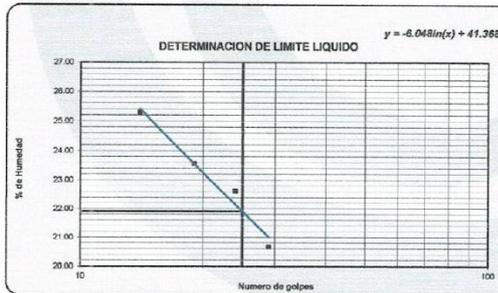
UBICACION : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIÑO - REGION MOQUEGUA
MATERIAL : ASFALTO RECICLADO
PROCEDENCIA : -

Límite Líquido

ENSAYO Nº	Unid	1	2	3	4
Nº de Golpes		14	19	24	29
Recipiente Nº					
R + Suelo Hum.	gr.	61.04	73.57	63.33	70.77
R + Suelo Seco	gr.	56.59	68.98	58.66	65.54
Peso de agua	gr.	4.45	4.59	4.67	5.23
Peso de Recip.	gr.	38.99	49.50	38.01	40.22
Peso de S. Seco	gr.	17.60	19.49	20.65	25.32
% de Humedad	%	25.28	23.54	22.62	20.66

Límite Plástico

ENSAYO Nº	Unid	1	2	3	4
Recipiente Nº					
R + Suelo Hum.	gr.	21.69	23.47	24.02	24.04
R + Suelo Seco	gr.	20.18	21.71	22.12	22.44
Peso de agua	gr.	1.51	1.76	1.90	1.60
Peso de Recip.	gr.	13.08	13.30	13.16	14.96
Peso de S. Seco	gr.	7.10	8.41	8.96	7.48
% de Humedad	%	21.23	20.98	21.16	21.41



Resultados	
Límite Líquido	21.90
Límite Plástico	21.19
Ind. Plástico	0.71

OBSERVACIONES :

Observaciones:
* Los materiales fueron puestos en el laboratorio por el solicitante.
* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.



ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

PESO UNITARIO (ASTM C-29)

Descripción	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
	sueltos		sueltos	
Peso Molde (gr.)	6391.0		6391.0	
Volumen Molde (cm ³)	9340.1		9340.1	
Peso Muestra + Molde (gr.)	26466.0		28960.0	
Peso Unitario (gr. / cm³)	2.149		2.416	

Observaciones:

- * El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.
- * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE DE DISEÑO
MTC E - 508, ASTM D- 2041

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

ENSAYO RICE						
ITEM	ENSAYO	UND	1	2	3	4
1	CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO		4.5	5.0	5.5	6.0
2	PESO DEL MATERIAL	gr.	1726.00	1727.00	1728.00	1865.00
3	PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr.	11343.00	11348.00	11348.00	11348.00
4	PESO DEL AGUA + FRASCO RICE + MATERIAL	gr.	13069.00	13075.00	13076.00	13213.00
5	PESO DEL AGUA + FRASCO RICE + MATERIAL (ENSAYO)	gr.	12417.10	12418.00	12412.30	12490.00
6	VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	651.90	657.00	663.70	723.00
7	PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	gr/cc	2.648	2.629	2.604	2.580
8	TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25.00	25.00	25.00	25.00
9	TIEMPO DE ENSAYO	MIN.	30	30	30	30




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

RESUMEN DE METODO MARSHALL (GRAFICOS)

Normas: ASTM D1559, NLT 159/86, MTC E-504, AASHTO T245

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

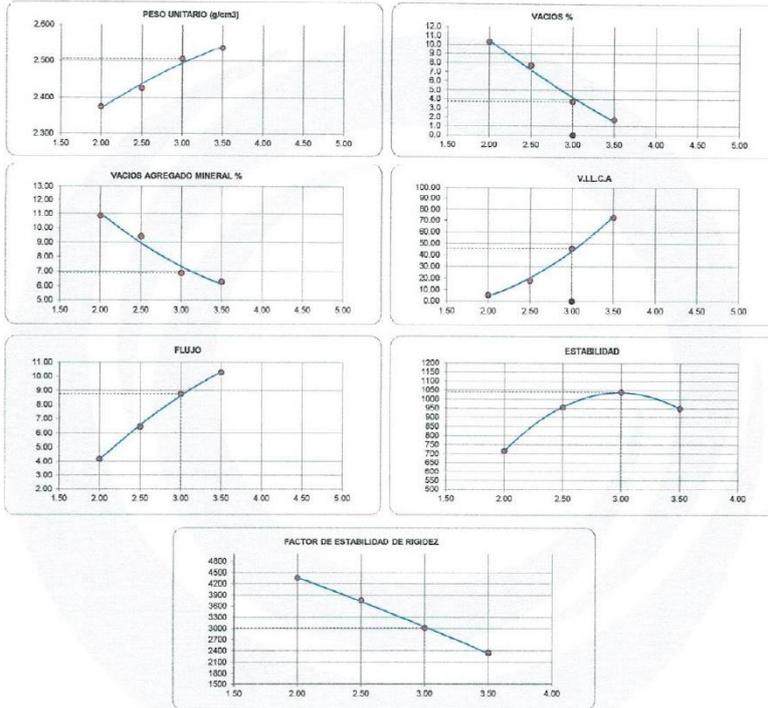
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

ENSAYO RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

Normas: ASTM D1559, NLT 159/86, MTC E-504, AASHTO T245

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECIKLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIÑO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR AFAYA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECIKLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND.
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	3.5	%
PIEDRA CHANCADA	0	%
ARENA CHANCADA	0	%
ASFALTO RECIKLADO	100	%
PORCENTAJE DE FILLER	0	%
Σ suma	100	%
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg

LECTURA	FLUJO (0.01 IN)	FLUJO (mm)
	8.01	398.00
	8.17	412.00
	8.33	406.00

ITEM		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	3.5	3.5	3.5		
2	% DE PIEDRA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	0.00	0.00	0.00		
3	% DE ARENA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	0.00	0.00	0.00		
4	% DE ARENA ZARANDADA EN PESO DE LA MEZCLA	96.50	96.50	96.50		
5	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.00	0.00	0.00		
6	PESO ESPECIFICO APARENTE DE C.A.	gr/cc. 1.018	1.018	1.018		
7	PESO ESPECIFICO PIEDRA CHANCADA-BULK	gr/cc. 0.0	0.0	0.0		
8	PESO ESPECIFICO ARENA CHANCADA-BULK	gr/cc. 0.0	0.0	0.0		
9	PESO ESPECIFICO ASFALTO RECIKLADO-BULK	gr/cc. 2.611	2.611	2.611		
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER-APARENTE	gr/cc. 0.0	0.0	0.0		
11	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA	cm.				
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	gr. 1202.00	1206.60	1204.20		
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	gr. 1203.60	1206.80	1207.10		
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	gr. 731.00	732.00	730.00		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO	c.c. 472.60	474.80	477.10	474.8	
16	PESO ESPECIFICO DE LA PROBETA	gr/cc. 2.543	2.539	2.524	2.536	
17	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE) ASTM D-2041	gr/cc. 2.580	2.580	2.580		
18	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (TEÓRICO)	gr/cc. 2.475	2.475	2.475		
19	% DE VACÍOS	% 1.4	1.6	2.2	1.7	3.0 - 5.0
20	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc. 2.611	2.611	2.611		
21	% V.M.A. VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	% 6.0	6.2	6.7	6.3	
22	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	% 76.6	74.6	67.9	73.1	
23	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc. 2.731	2.731	2.731		
24	C.A. ABSORVIDO POR EL PESO DEL AGREGADO TOTAL	% 1.72	1.72	1.72		
25	% DE ASFALTO EFECTIVO	% 1.78	1.78	1.78		
26	FILUJO (D.01 PULG)	mm 10.11	10.46	10.31	10.30	8.0 - 14.0
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	816.79	833.11	849.42		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.14	1.14	1.14		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg. 931	950	968	950	MIN. 226.8
30	FACTOR DE RIGIDEZ	kg/cm. 2340	2306	2385	2343	1700 - 4000
31	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	75	75	75		




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP 145225

ENSAYO RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

Normas: ASTM D1559, NLT 159/86, MTC E-504, AASHTO T245

PROYECTO : ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESDADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FISICO, MECANICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLITANTE : SR. GUILLERMO CESAR AFAZA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO FEN 60/70	3	%
PIEDRA CHANCADA	0	%
ARENA CHANCADA	0	%
ASFALTO RECICLADO	100	%
PORCENTAJE DE FILLER	0	%
Σ suma	100	%
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg

LECTURA	FLUJO (0.01 mm)
EN	
	9.26 344.00
	9.45 338.00
	9.34 352.00

ITEM		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	3	3	3	
2	% DE PIEDRA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
3	% DE ARENA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
4	% DE ARENA ZARANDADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	97.00	97.00	97.00	
5	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
6	PESO ESPECIFICO APARENTE DE C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
7	PESO ESPECIFICO PIEDRA CHANCADA-BULK	gr/cc.	0.0	0.0	0.0	
8	PESO ESPECIFICO ARENA CHANCADA-BULK	gr/cc.	0.0	0.0	0.0	
9	PESO ESPECIFICO ASFALTO RECICLADO -BULK	gr/cc.	2.611	2.611	2.611	
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER-APARENTE	gr/cc.	0.0	0.0	0.0	
11	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA	cm.				
12	PESO DE LA BRIGUETA EN EL AIRE	gr.	1220.60	1221.30	1222.10	
13	PESO DE LA BRIGUETA SATURADA	gr.	1220.90	1221.70	1222.40	
14	PESO DE LA BRIGUETA EN EL AGUA	gr.	733.00	735.00	735.00	
15	VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO	c.c.	487.90	486.70	487.40	487.3
16	PESO ESPECIFICO DE LA PROBETA	gr/cc.	2.502	2.509	2.507	2.506
17	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.404	2.404	2.404	
18	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (TEORICO)	gr/cc.	2.494	2.494	2.494	
19	% DE VACIOS	%	3.9	3.6	3.7	3.0 - 5.0
20	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc.	2.611	2.611	2.611	
21	% V.M.A. VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	%	7.1	6.8	6.8	6.9
22	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	44.6	46.6	46.1	45.7
23	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc.	2.735	2.735	2.735	
24	C.A. ABSORVIDO POR EL PESO DEL AGREGADO TOTAL	%	1.77	1.77	1.77	
25	% DE ASFALTO EFECTIVO	%	1.23	1.23	1.23	
26	FLUJO (0.01 PULG)	mm	8.74	8.59	8.94	8.0 - 14.0
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR		944.26	963.63	952.41	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.09	1.09	1.09	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg.	1029	1050	1038	1039 MIN. 226.8
30	FACTOR DE RIGIDEZ	kg/cm.	2992	3108	2949	3015 1700 - 4000
31	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		75	75	75	




 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 145225

ENSAYO RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

Normas: ASTM D1559, NLI 159/86, MTC E-504, AASHTO T245

PROYECTO : ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE PRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLICITANTE : SR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	2.5	%
PIEDRA CHANCADA	0	%
ARENA CHANCADA	0	%
ASFALTO RECICLADO	100	%
PORCENTAJE DE FILLER	0	%
Suma	100	%
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg

LECTURA	FILLO (Ø.01 mm)
8.88	248.00
8.95	263.00
8.76	251.00

ITEM		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	2.5	2.5	2.5		
2	% DE PIEDRA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00		
3	% DE ARENA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00		
4	% DE ARENA ZARANDADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	97.50	97.50	97.50		
5	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00		
6	PESO ESPECIFICO APARENTE DE C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7	PESO ESPECIFICO PIEDRA CHANCADA-BULK	gr/cc.	0.0	0.0	0.0		
8	PESO ESPECIFICO ARENA CHANCADA-BULK	gr/cc.	0.0	0.0	0.0		
9	PESO ESPECIFICO ASFALTO RECICLADO-BULK	gr/cc.	2.611	2.611	2.611		
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER-APARENTE	gr/cc.	0.0	0.0	0.0		
11	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA	cm.					
12	PESO DE LA BRUJETA EN EL AIRE	gr.	1210.20	1212.00	1213.60		
13	PESO DE LA BRUJETA SATURADA	gr.	1210.80	1213.10	1213.90		
14	PESO DE LA BRUJETA EN EL AGUA	gr.	715.00	714.80	716.00		
15	VOLUMEN DE LA BRUJETA POR DESPLAZAMIENTO	c.c.	495.80	499.10	503.90	499.6	
16	PESO ESPECIFICO DE LA PROBETA	gr/cc.	2.441	2.426	2.426	2.426	
17	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.429	2.429	2.429		
18	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (TEORICO)	gr/cc.	2.513	2.513	2.513		
19	% DE VACIOS	%	7.1	7.4	8.4	7.7	3.0 - 5.0
20	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc.	2.611	2.611	2.611		
21	% V.M.A. VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	%	8.9	9.3	10.1	9.4	
22	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	19.3	18.3	16.8	18.1	
23	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc.	2.740	2.740	2.740		
24	C.A. ABSORVIDO POR EL PESO DEL AGREGADO TOTAL	%	1.83	1.83	1.83		
25	% DE ASFALTO EFECTIVO	%	0.67	0.67	0.67		
26	FILLO (Ø.01 PULG)	mm	6.30	6.68	6.38	6.45	8.0 - 14.0
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR		905.51	912.65	893.27		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.09	1.04	1.04		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg.	987	949	929	955	MIN. 226.8
30	FACTOR DE RIGIDEZ	kg/cm.	3980	3609	3701	3760	1700 - 4000
31	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		75	75	75		




 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 145225

ENSAYO RESISTENCIA DE MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
Normas: ASTM D1559, NLT 159/86, MTC E-504, AASHTO T245

PROYECTO : "ADICION DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FISICO, MECANICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACION : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

SOLITANTE : SR. GUILLERMO CESAR APATA ALVARADO

MUESTRA : ASFALTO RECICLADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	2	%
PIEDRA CHANCADA	0	%
ARENA CHANCADA	0	%
ASFALTO RECICLADO	100	%
PORCENTAJE DE FILLER	0	%
% Suma	100	%
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Tag

LECTURA	FLUJO (0,01 mm)
0,075	160,00
0,150	175,00
0,300	188,00

ITEM		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	2	2	2	
2	% DE PIEDRA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	0,00	0,00	0,00	
3	% DE ARENA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	0,00	0,00	0,00	
4	% DE ASFALTO RECICLADO	%	98,00	98,00	98,00	
5	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0,00	0,00	0,00	
6	PESO ESPECIFICO APARENTE DE C.A.	gr/cc.	1,018	1,018	1,018	
7	PESO ESPECIFICO PIEDRA CHANCADA-BULK	gr/cc.	0,0	0,0	0,0	
8	PESO ESPECIFICO ARENA CHANCADA-BULK	gr/cc.	0,0	0,0	0,0	
9	PESO ESPECIFICO ASFALTO RECICLADO-BULK	gr/cc.	2,611	2,611	2,611	
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER-APARENTE	gr/cc.	0,0	0,0	0,0	
11	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA	cm.				
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	gr.	1195,00	1194,60	1195,30	
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	gr.	1195,70	1194,80	1194,20	
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	gr.	694,00	693,00	690,00	
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO	c.c.	501,70	501,80	504,20	503,2
16	PESO ESPECIFICO DE LA PROBETA	gr/cc.	2,369	2,391	2,361	2,375
17	PESO ESPECIFICO MAXIMO (PICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2,648	2,648	2,648	
18	PESO ESPECIFICO MAXIMO (TEORICO)	gr/cc.	2,532	2,532	2,532	
19	% DE VACIOS	%	10,0	10,1	10,6	10,3
20	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc.	2,611	2,611	2,611	
21	% V.M.A. VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	%	10,6	10,6	11,4	10,9
22	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	5,3	5,3	4,9	5,2
23	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	gr/cc.	2,737	2,737	2,737	
24	C.A. ABSORVIDO POR EL PESO DEL AGREGADO TOTAL	%	1,80	1,80	1,80	
25	% DE ASFALTO EFECTIVO	%	0,20	0,20	0,20	
26	FLUJO (0,075 PULG)	plg	4,05	4,45	4,01	4,17
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR		683,21	695,45	688,31	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD		1,04	1,04	1,04	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg.	711	723	716	717
30	FACTOR DE RIGIDEZ	kg/cm.	4441	4133	4531	4360
31	NUMERO DE GOLPES POR CAPA		75	75	75	



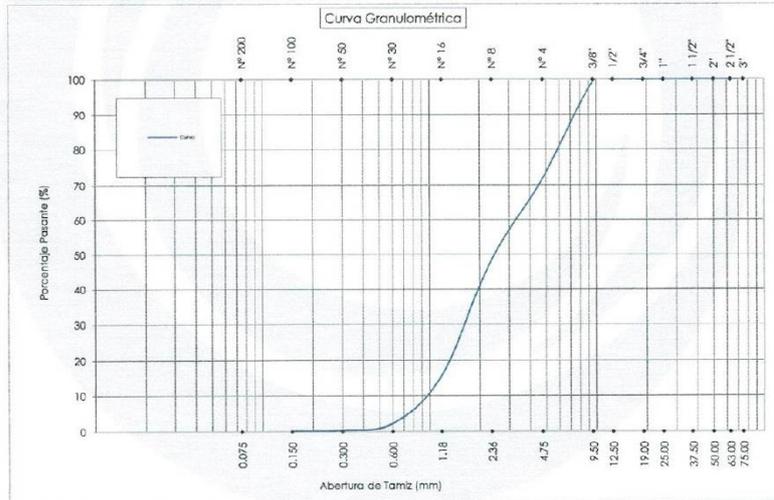

 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CÉSAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM C-136)**

TAMIZ	%	% Retenido	%	Especificaciones	Muestra : FIBRA DE CAUCHO	
Denominación	mm	Retenido	Pasante	ASTM C33		
3"	75.00	0.0	0.0	100.0	Mod. Fineza : 4.62	
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	100.0		
2"	50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	25.00	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.50	0.7	0.7	99.3		100 100
Nº 4	4.75	27.5	28.2	71.8		95 100
Nº 8	2.36	23.2	51.4	48.6		80 100
Nº 16	1.18	32.9	84.3	15.7	50 85	
Nº 30	0.600	13.5	97.7	2.3	25 60	
Nº 50	0.300	1.9	99.6	0.4	5 30	
Nº 100	0.150	0.2	99.8	0.2	0 10	
Nº 200	0.075	0.1	99.9	0.1	0 5	

OBSERVACIONES



Observaciones:
 * El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.
 * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.



 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-02 - MUESTRA PATRON

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-02 - MUESTRA PATRON
Tiempo de saturación de la muestra en Baño maría, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-02 - MUESTRA PATRON
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1205.50
Peso de la muestra sumergida, gr	725.00
Peso de la muestra seca, gr	1203.00
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de corrección por temperatura	-
Absorción, %	0.52
Peso especifico aparente	2.50
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.50

#




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO
MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-01 - MUESTRA PATRON

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-01 - MUESTRA PATRON
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-01 - MUESTRA PATRON
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1199.50
Peso de la muestra sumergida, gr	722.00
Peso de la muestra seca, gr	1197.20
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.48
Peso especifico aparente	2.51
Peso unitario del especimen, gr/cm3	2.50

#




ERICK ANGELO FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP: 445225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-03 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-03 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1196.80
Peso de la muestra sumergida, gr	697.00
Peso de la muestra seca, gr	1194.70
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.42
Peso especifico aparente	2.39
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.38

**

#




 ERICK ANSEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-02 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-02 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1196.40
Peso de la muestra sumergida, gr	696.00
Peso de la muestra seca, gr	1194.10
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.46
Peso especifico aparente	2.39
Peso unitario del especimen, gr/cm3	2.38

#




 ERICK ARELL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 OIR. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-01 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturación de la muestra en Baño María, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-01 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1203.30
Peso de la muestra sumergida, gr	697.00
Peso de la muestra seca, gr	1201.50
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de corrección por temperatura	-
Absorción, %	0.36
Peso específico aparente	2.37
Peso unitario del espécimen, gr/cm³	2.37

**
:
:




 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-03 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturación de la muestra en Baño María, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-03 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1196.10
Peso de la muestra sumergida, gr	698.00
Peso de la muestra seca, gr	1194.60
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.30
Peso especifico aparente	2.40
Peso unitario del especimen, gr/cm3	2.39

00
?
9




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
C.I.E. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-02 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	M-02 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	M-02 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1204.80
Peso de la muestra sumergida, gr	703.00
Peso de la muestra seca, gr	1202.20
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.52
Peso especifico aparente	2.40
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.39

#




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-01 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	M-01 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	M-01 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1206.10
Peso de la muestra sumergida, gr	703.00
Peso de la muestra seca, gr	1204.40
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de corrección por temperatura	-
Absorción, %	0.34
Peso especifico aparente	2.39
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.39

**

#




 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 146236

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-03 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-03 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1201.90
Peso de la muestra sumergida, gr	707.00
Peso de la muestra seca, gr	1199.60
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.46
Peso especifico aparente	2.42
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.42

#




ERICK ANSEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIR. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-02 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-02 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1209.80
Peso de la muestra sumergida, gr	710.00
Peso de la muestra seca, gr	1207.30
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.50
Peso especifico aparente	2.42
Peso unitario del especimen, gr/cm3	2.41

#




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP: 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-01 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1210.30
Peso de la muestra sumergida, gr	711.00
Peso de la muestra seca, gr	1208.70
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.32
Peso especifico aparente	2.42
Peso unitario del especimen, gr/cm3	2.41

#




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-03 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-03 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1205.20
Peso de la muestra sumergida, gr	712.00
Peso de la muestra seca, gr	1203.40
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.36
Peso especifico aparente	2.44
Peso unitario del especimen, gr/cm3	2.43

#




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP: 145225

PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CÉSAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-02 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-02 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1200.70
Peso de la muestra sumergida, gr	710.00
Peso de la muestra seca, gr	1198.20
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.51
Peso especifico aparente	2.442
Peso unitario del especimen, gr/cm ³	2.434

**

#





ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-01 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturación de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1209.10
Peso de la muestra sumergida, gr	714.00
Peso de la muestra seca, gr	1207.80
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de corrección por temperatura	-
Absorción, %	0.26
Peso especifico aparente	2.440
Peso unitario del especimen, gr/cm ³	2.432

!
!




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP 145225

PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
 SOLICITANTE : DR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
 FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
 UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
 MUESTRA : M-03 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	M-03 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturación de la muestra en baño maría, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño María, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	M-03 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1195.60
Peso de la muestra sumergida, gr	716.00
Peso de la muestra seca, gr	1193.30
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de corrección por temperatura	-
Absorción, %	0.48
Peso especifico aparente	2.488
Peso unitario del especimen, gr/cm ³	2.481




 ERICK ANGEL FLORES ARIAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP 145225

PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA
ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-02 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	M-02 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturación de la muestra en baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	M-02 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1204.30
Peso de la muestra sumergida, gr	723.00
Peso de la muestra seca, gr	1202.50
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de corrección por temperatura	-
Absorción, %	0.37
Peso especifico aparente	2.498
Peso unitario del especimen, gr/cm ³	2.491




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-01 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1196.50
Peso de la muestra sumergida, gr	716.00
Peso de la muestra seca, gr	1194.60
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.40
Peso especifico aparente	2.486
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.479

#





ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-03 MUESTRA PATRON

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-03 MUESTRA PATRON
Peso especifico del espécimen, gr/cm ³	2.510
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	3.62




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP: 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-02 MUESTRA PATRON

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-02 MUESTRA PATRON
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.496
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios. %	4.14




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIR. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO REICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-01 MUESTRA PATRON

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-01 MUESTRA PATRON
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.500
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	4.01




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-03 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.383
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	8.48




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-02 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.379
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	8.64




ERICK ANSEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-01 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 1.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso específico del espécimen, gr/cm ³	2.366
Peso específico máximo Ríce, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	9.14




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-03 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.391
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	8.18




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-02 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.389
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	8.27




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 149225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-01 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 1.00% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.387
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	8.34




ERICK ANIEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO REICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-03 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.417
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios. %	7.19




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-02 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.408
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	7.51




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : : M-01 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.75% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.414
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	7.31




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

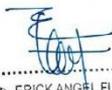
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-03 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-03 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.433
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	6.58




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : *ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023*

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-02 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-02 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.434
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	6.51




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-01 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.50% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.432
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	6.60



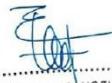

ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS
MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : SR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-03 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	M-03 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm ³	2.481
Peso especifico maximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacos, %	4.74



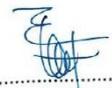

ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
O.P. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y
ABIERTAS
MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU
SOLICITANTE : SR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-02 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	M-02 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso especifico del especimen, gr/cm3	2.491
Peso especifico maximo Rice, gr/cm3	2.604
Vacios, %	4.34




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

MUESTRA : M-01 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO

GRADO DE COMPACTACION	
DESCRIPCION	: M-01 + 0.25% FIBRA DE CAUCHO
Peso específico del espécimen, gr/cm ³	2.479
Peso específico máximo Rice, gr/cm ³	2.604
Vacios, %	4.81




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
C.P. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**METODO MARSHALL
ASTM D 1559**

N°	REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	LECTURA DEL DIAL mm	ESTABILIDAD EN KG	INDICE DE FLUJO EN 0.01"	ESTABILIDAD / FLUJO
				2-4	226.8 kg (min)		
1	M - 1	+ 1.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	5.19	944	0.20	1819
2	M - 2	+ 1.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	5.08	1018	0.20	2003
3	M - 3	+ 1.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	5.13	1022	0.20	1992
4	M - 4	+ 1.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	5.47	1045	0.22	1911




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**METODO MARSHALL
ASTM D 1559**

N°	REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCION	LECTURA DEL DIAL mm	ESTABILIDAD EN KG	INDICE DE FLUJO EN 0.01"	ESTABILIDAD / FLUJO
				2-4	226.8 kg (min)		
1	M - 1	+ 1.00% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.89	1147	0.19	2346
2	M - 2	+ 1.00% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.96	1120	0.20	2257
3	M - 3	+ 1.00% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.72	1186	0.19	2513
4	M - 4	+ 1.00% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.91	1207	0.19	2459




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**METODO MARSHALL
ASTM D 1559**

N°	REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCION	LECTURA DEL DIAL mm	ESTABILIDAD EN KG	INDICE DE FLUJO EN 0.01"	ESTABILIDAD / FLUJO
				2.4	226.8 kg (min)		
1	M - 1	+ 0.75% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.16	1297	0.16	3118
2	M - 2	+ 0.75% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.32	1315	0.17	3045
3	M - 3	+ 0.75% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.63	1336	0.18	2885
4	M - 4	+ 0.75% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.51	1381	0.18	3061



ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**METODO MARSHALL
ASTM D 1559**

N°	REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCION	LECTURA DEL DIAL: mm	ESTABILIDAD EN KG	INDICE DE FLUJO EN 0.01"	ESTABILIDAD / FLUJO
				2-4	226.8 kg (min)		
1	M - 1	+ 0.50% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.02	1443	0.16	3589
2	M - 2	+ 0.50% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.95	1549	0.16	3921
3	M - 3	+ 0.50% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.84	1540	0.15	4010
4	M - 4	+ 0.50% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	4.10	1562	0.16	3810




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**METODO MARSHALL
ASTM D 1559**

N°	REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCION	LECTURA DEL DIAL mm	ESTABILIDAD EN KG	INDICE DE FLUJO EN 0.01"	ESTABILIDAD / FLUJO
				2-4	226.8 kg (min)		
1	M - 1	+ 0.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.45	1750	0.14	5072
2	M - 2	+ 0.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.68	1836	0.14	4990
3	M - 3	+ 0.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.71	1751	0.15	4719
4	M - 4	+ 0.25% DE FIBRA DE CAUCHO	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.59	1800	0.14	5013




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 145225

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO

FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

**METODO MARSHALL
ASTM D 1559**

N°	REGISTRO	UBICACIÓN	DESCRIPCION	LECTURA DEL DIAL mm	ESTABILIDAD EN KG	INDICE DE FLUJO EN 0.01"	ESTABILIDAD / FLUJO
				2-4	226.8 kg (min)		
1	M-1	PATRON	MUESTRA DE LABORATORIO.	2.65	1482	0.10	5591
2	M-2	PATRON	MUESTRA DE LABORATORIO.	2.78	1619	0.11	5825
3	M-3	PATRON	MUESTRA DE LABORATORIO.	3.15	1634	0.12	5186
4	M-4	PATRON	MUESTRA DE LABORATORIO.	2.96	1608	0.12	5433




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 185225

**PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS
EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA**

ASTM D 2726 - AASHTO T 230

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITANTE : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MUESTRA : M-03 - MUESTRA PATRON

ETAPA DE SATURACION	
DESCRIPCION	: M-03 - MUESTRA PATRON
Tiempo de saturacion de la muestra en Baño maria, Minutos	5
Temperatura de la muestra en baño Maria, °C	25

PESO UNITARIO	
DESCRIPCION	: M-03 - MUESTRA PATRON
Peso de la muestra saturada superficial, gr	1208.20
Peso de la muestra sumergida, gr	729.00
Peso de la muestra seca, gr	1206.30
Temperatura del agua en la canastilla, °C	25
Factor de correccion por temperatura	-
Absorcion, %	0.40
Peso especifico aparente	2.52
Peso unitario del especimen, gr/cm³	2.51

#




ERICK ANGEL FLÓRES ARIAS
INGENIERO CIVIL
OIP: 145225

**EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS
ASTM D2419**

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE CAUCHO EN ASFALTO RECICLADO MEDIANTE FRESADO EN FRIO MEJORANDO SU COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO MOQUEGUA, 2023"
SOLICITA : BR. GUILLERMO CESAR APAZA ALVARADO
FECHA : 08 DE ENERO DE 2024

Datos de muestra

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
MATERIAL : ASFALTO RECICLADO
PROCEDENCIA : -

EQUIVALENTE DE ARENA			
Nº de Ensayo	1	2	3
Hora de entrada	10:45:00	10:47:00	10:49:00
Hora de salida	10:55:00	10:57:00	10:59:00
Hora de entrada	10:57:00	10:59:00	11:01:00
Hora de salida	11:17:00	11:19:00	11:21:00
Lectura Final	3.5	3.6	3.7
Lectura de Arena	2.9	2.9	3.0
% Equivalente de Arena	83	81	82
Equivalente de Arena Promedio	82%		

Observaciones:

* Los materiales fueron puestos en el laboratorio por el solicitante.
* Los datos fueron proporciones por el solicitant




ERICK ANGEL FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

Anexo 3: Certificados de calibración



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-325-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 178-2023
Fecha de emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO

Indicación : DIGITAL

Intervalo de Indicación : -50 °C a 150 °C ; - 58 °F a 302 °F

Resolución : 0,1 °C ; 0,1 °F

Marca : HANNA

Modelo : EN13485

Serie : 29277B

Procedencia : ROMANIA

Elemento Sensor : UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO

Longitud de Bulbo : 10,0 cm

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
22 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración
PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-099-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,8	22,8
Humedad %	42	42

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del
Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura
k=2 para un nivel de confianza del 95 %.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lqayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



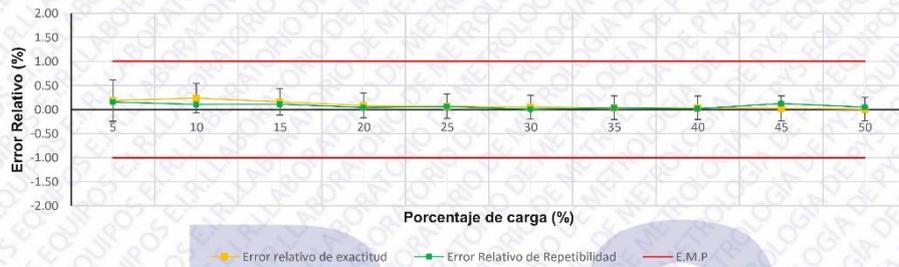
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Gráfica de errores



Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo no indica clase, sin embargo, cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

FIN DEL DOCUMENTO



Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	29.1	29.2
Humedad Relativa (%)	52	52

Patrones de referencia:

Trazabilidad	Patrones de calibración	Numero de certificado
Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú	Celda de carga calibrada a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0.6%	LEDI - PUCP INF-LE 234 -22A

Resultados de medición:

Condiciones en que se entrega el equipo:

Tabla de indicaciones registradas del equipo patrón de 10% carga a 100% carga después del ajuste correspondiente

Indicación de la maquina (Fi)			Indicación del equipo patrón (ascendente)			
%	kNF	kgF	F1 (KgF)	F2 (kgF)	F3 (kgF)	Fpromedio
10	5	510	508.5	509.3	508.9	508.9
20	10	1020	1017.2	1018.3	1017.3	1017.3
30	15	1530	1527.1	1528	1526.3	1527.1
40	20	2039	2037.8	2036.9	2037.7	2037.7
50	25	2549	2547.5	2546.1	2547.7	2547.5
60	30	3059	3057.6	3057.6	3057.4	3057.6
70	35	3569	3567.4	3568.6	3567.6	3567.6
80	40	4079	4077.6	4077.3	4076.9	4077.3
90	45	4589	4587.6	4592.9	4587.1	4587.6
100	50	5099	5097.5	5100.1	5098.1	5098.1
Error relativo (Fo)			40	0	0	

Indicación de la maquina (Fi)			Errores Relativos		Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida
%	kNF	kgF	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	a(%)	U(%)
10	5	510	0.19	0.16	0.200	0.43
20	10	1020	0.24	0.11	0.100	0.31
30	15	1530	0.16	0.11	0.067	0.27
40	20	2039	0.08	0.04	0.050	0.26
50	25	2549	0.07	0.06	0.040	0.25
60	30	3059	0.05	0.01	0.033	0.25
70	35	3569	0.04	0.03	0.029	0.25
80	40	4079	0.04	0.02	0.025	0.24
90	45	4589	0.02	0.13	0.022	0.26
100	50	5099	0.01	0.05	0.020	0.24



LABORATORIO DE FUERZA LF-1114-2023

Página 1 de 3

Solicitante	: ABG BUILDING S.R.L.	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Dirección	: Cal. Amazonas Nro. 105 Urb. Centro Urbano- Mariscal Nieto- Moquegua	
Equipo	: PRENSA MARSHALL	
Marca	: PYS EQUIPOS - CHINA	
Modelo	: LD-6	
Serie	: 200	
Capacidad Máxima	: 50 kN	
Identificación	: N/I	
Procedencia	: CHINA	
Tipo de Indicación	: Digital	
Marca	: MCGS	
Modelo	: N/I	
N° serie	: N/I	
Div. De escala	: 0.01 kN	
Fecha de calibración	: 2023-06-23	
Lugar	: Laboratorio de longitud de fuerza Equipos E.I.R.L. Calle 4, Mz. F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima	
Método utilizado	: La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos en el documento de referencia de la norma UNE - EN ISO 7500-1 "Verificación de máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza - Julio 2006"	



EPP

Revisado y firmado digitalmente por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Javier Negron C.

Calibrado y firmado digitalmente por:
Javier Negron C.
Dpto. Metrología



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023
Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
ΔT .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Ldayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



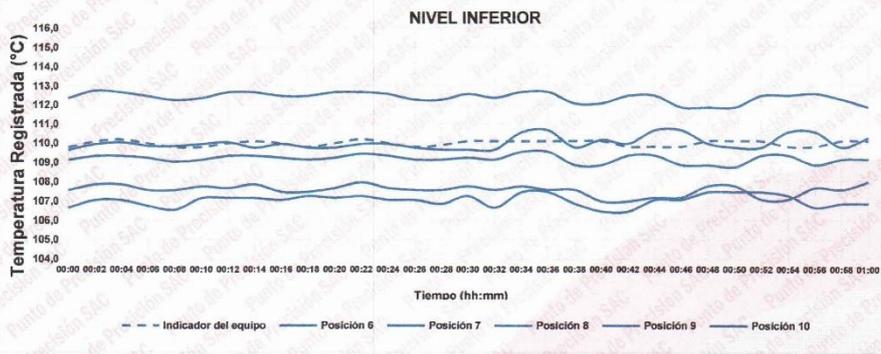
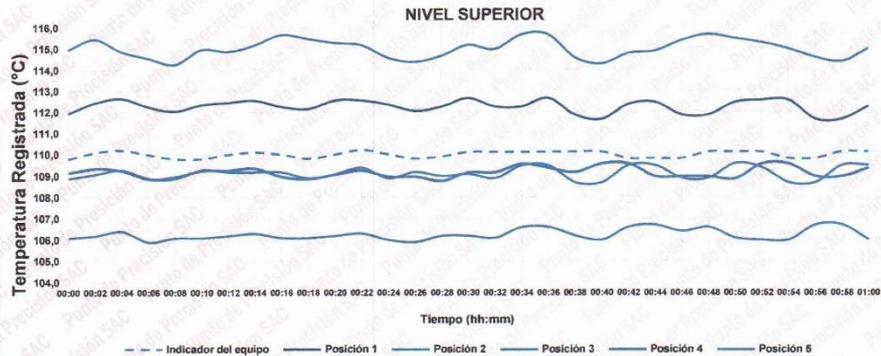
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

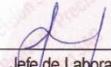
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023
Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023
Página 3 de 5

9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	AT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	109,8	111,9	108,9	115,0	109,2	106,1	109,7	112,4	107,6	106,7	109,1	109,6	8,9
00:02	110,1	112,4	109,1	115,5	109,4	106,2	110,0	112,8	107,9	107,1	109,3	110,0	9,3
00:04	110,2	112,6	109,3	114,9	109,3	106,4	110,1	112,7	107,9	107,1	109,3	109,9	8,5
00:06	110,0	112,2	108,9	114,6	108,9	105,9	109,9	112,5	107,6	106,8	109,2	109,6	8,7
00:08	109,8	112,0	108,9	114,3	109,0	106,1	109,9	112,3	107,6	106,6	109,0	109,6	8,2
00:10	109,8	112,3	109,3	115,0	109,3	106,1	110,0	112,4	107,8	107,2	109,1	109,8	8,9
00:12	110,0	112,4	109,2	114,9	109,3	106,2	110,1	112,7	107,7	107,2	109,3	109,9	8,7
00:14	110,1	112,5	109,2	115,2	109,4	106,3	109,8	112,7	107,9	107,2	109,3	109,9	8,9
00:16	110,0	112,2	109,2	115,7	109,0	106,1	110,0	112,5	107,5	107,1	109,2	109,8	9,6
00:18	109,8	112,1	108,9	115,5	108,9	106,1	109,8	112,5	107,5	107,3	109,1	109,8	9,4
00:20	110,0	112,5	109,1	115,3	109,1	106,2	109,8	112,7	107,7	107,2	109,2	109,9	9,1
00:22	110,2	112,5	109,4	115,2	109,3	106,3	110,0	112,7	108,0	107,3	109,4	110,0	8,9
00:24	110,0	112,3	108,9	114,6	109,0	106,0	110,0	112,6	107,7	107,1	109,3	109,7	8,6
00:26	109,8	112,0	109,2	114,4	109,0	105,9	109,8	112,3	107,6	107,1	109,1	109,6	8,5
00:28	109,9	112,2	109,0	114,7	108,8	106,2	109,7	112,3	107,6	106,9	109,1	109,6	8,5
00:30	110,1	112,6	109,1	115,2	109,2	106,2	109,7	112,6	107,8	107,3	109,2	109,9	9,0
00:32	110,1	112,2	108,9	115,0	109,2	106,1	109,7	112,4	107,6	106,7	109,1	109,7	8,9
00:34	110,1	112,2	109,5	115,7	109,6	106,6	110,6	112,7	107,8	107,5	109,5	110,2	9,1
00:36	110,1	112,6	108,5	115,7	109,4	106,6	110,7	112,7	107,6	107,5	109,5	110,2	9,1
00:38	110,1	111,8	108,7	114,6	109,2	106,2	109,8	112,1	107,6	106,9	109,8	109,6	8,4
00:40	110,1	111,6	108,7	114,3	108,6	106,0	110,2	112,1	107,0	106,5	109,8	109,5	8,3
00:42	109,8	112,3	109,5	114,8	109,6	106,6	110,0	112,5	107,0	106,5	109,3	109,8	8,3
00:44	109,8	112,4	109,5	114,9	109,0	106,7	110,7	112,5	107,2	107,1	109,3	109,9	8,2
00:46	109,8	111,8	108,9	115,4	109,0	106,4	110,7	111,9	107,2	107,1	109,8	109,7	9,0
00:48	110,1	111,8	108,9	115,7	109,0	106,6	110,0	111,9	107,8	107,5	109,8	109,8	9,1
00:50	110,1	112,4	109,6	115,5	108,9	106,1	109,8	111,9	107,8	107,5	109,7	109,8	9,4
00:52	110,1	112,5	109,4	115,3	109,6	106,0	109,8	112,5	107,1	107,5	109,3	109,9	9,3
00:54	109,8	112,5	108,7	115,0	108,6	106,0	110,6	112,5	107,1	107,3	109,3	109,8	9,0
00:56	109,8	111,6	108,7	114,6	109,0	106,7	110,6	112,6	107,7	106,7	109,8	109,7	7,9
00:58	110,1	111,6	109,5	114,4	109,0	106,7	109,8	112,3	107,6	106,9	109,1	109,7	7,7
01:00	110,1	112,2	109,5	115,0	109,4	106,0	110,3	111,9	108,0	106,9	109,1	109,8	9,0

T. Promedio	112,2	109,1	115,0	109,2	106,2	110,0	112,4	107,6	107,0	109,2	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	112,6	109,6	115,7	109,6	106,7	110,7	112,8	108,0	107,5	109,5	
T. Mínimo	111,6	108,7	114,3	108,8	105,9	109,7	111,9	107,0	106,5	108,7	
DTT	1,0	0,9	1,4	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	115,7	0,1
Mínima temperatura registrada durante la calibración	105,9	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,4	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	8,8	0,1
Estabilidad (±)	0,70	0,04
Uniformidad	9,6	0,1




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023
Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	22,8	23,3
Humedad relativa (%hr)	42,0	42,0

6. Trazabilidad

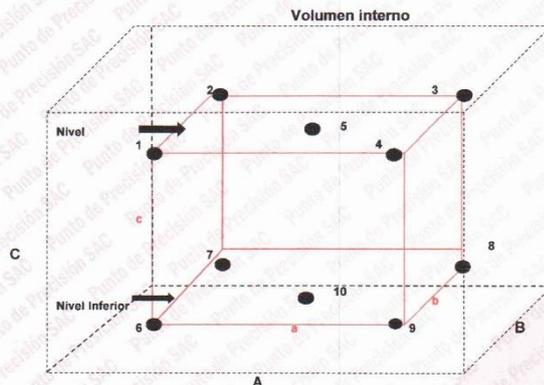
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C.	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C.

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en tazón de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



Volumen interno

- A = 54,5 cm
- B = 45,4 cm
- C = 55 cm

Volumen de trabajo

- a = 43,5 cm
- b = 36,4 cm
- c = 29 cm

● = Posiciones de los sensores.

A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 18,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 7,5 cm



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023

Página 1 de 5

Expediente : 178-2023
Fecha de emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.
Dirección : CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de medición : MEDIO ISORTERMO (HORNO)

Marca : PyS EQUIPOS
Modelo : STHX-2A
Número de Serie : 200412
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL
Alcance del Indicador : NO INDICA
Resolución del Indicador : 0,1 °C
Marca del Indicador : AUTCOMP
Modelo del Indicador : TCD
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL
Alcance del Selector : NO INDICA
División de Escala : 0,1 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-06-22

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 en 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 son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-1925-2023

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE					RANURADOR					
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE			EXTREMO CURVADO			
DIMENSIONES	A	B	C	U	K	L	M	a	b	c

DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDAD DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	55,48	2,325	26,79	47,78	46,92	146,49	122,58	10,01	2,55	12,71
	55,48	2,416	26,79	47,78	46,78	146,35	122,51	10,04	2,56	12,69
	55,48	2,357	26,79	47,78	46,82	146,52	122,50	10,02	2,52	12,69
	55,48	2,391	26,79	47,78	46,96	146,48	122,55	10,01	2,49	12,72
	55,48	2,402	26,79	47,78	46,72	146,38	122,51	10,02	2,52	12,76
	55,48	2,416	26,79	47,78	46,98	146,52	122,48	10,01	2,47	12,70
PROMEDIO	55,48	2,38	26,79	47,78	46,86	146,46	122,52	10,02	2,52	12,71
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	1,48	0,38	-0,21	0,78	-3,14	-3,54	-2,48	0,02	0,52	-0,79

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	73 %

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-1925-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 178-2023
Fecha de emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ORION
Modelo de Copa : COP-01
Serie de Copa : 15011213

Contómetro : DIGITAL
Marca de Contómetro : AUTONICS
Modelo de Contómetro : LA8N
Serie de Contómetro : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
22 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22-C-0234-2022	INACAL - DM
MICRÓMETRO	INSIZE	DM22-C-0281-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,7	23,1
Humedad %	41	41

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-542-2023

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	22,0	22,0

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,8	-0,3		9 997	0,3	-2,8	-2,5
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1
4		10	0,6	-0,1		10 002	0,8	1,7	1,8
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,9	-1,4	-1,1
Error máximo permitido : ± 2 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	22,0	22,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,6	-0,1	0,2	50	0,8	-0,3	0,0	1
500,0	500	0,8	-0,3	0,0	500	0,7	-0,2	0,1	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,2	1
5 000,0	5 000	0,7	-0,2	0,1	5 000	0,8	-0,3	0,0	1
7 000,0	7 000	0,6	-0,1	0,2	7 000	0,9	-0,4	-0,1	2
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	0,0	10 000	0,7	-0,2	0,1	2
15 000,0	15 000	0,9	-0,4	-0,1	15 000	0,6	-0,1	0,2	2
20 000,0	20 000	0,7	-0,2	0,1	20 000	0,8	-0,3	0,0	2
25 000,0	25 000	0,6	-0,1	0,2	25 000	0,9	-0,4	-0,1	3
30 000,0	30 000	0,8	-0,3	0,0	30 000	0,8	-0,3	0,0	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,88 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,88 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 6,50 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-542-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,0	22,1
Humedad Relativa	45,0	45,0

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 995 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 26 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	22,0	22,1

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
5	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
8	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima	0,3			0,3		
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



PT-06,F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. GIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N°LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-542-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 178-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : **ABG BUILDING S.R.L.**

Dirección : CAL AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **R31P30**

Número de Serie : **8341478622**

Alcance de Indicación : **30 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **1 g**

División de Escala Real (d) : **1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-06-23**

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 en 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 son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ABG BUILDING S.R.L.
CAL AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-541-2023

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,06	-0,01	2 000,0	2 000,0	0,08	-0,03	-0,02
2		1,0	0,08	-0,03		2 000,1	0,07	0,08	0,11
3		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,06	-0,01	0,03
4		1,0	0,07	-0,02		2 000,1	0,08	0,07	0,09
5		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,09	-0,04	-0,03

Temp. (°C) Inicial 22,1 Final 22,1

Error máximo permitido: ± 0,3 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,08	-0,03	-0,01	2,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
50,00	50,0	0,09	-0,04	-0,02	50,0	0,06	-0,01	0,01	0,1
100,00	100,0	0,07	-0,02	0,00	100,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	499,9	0,06	-0,11	-0,09	0,1
1 000,00	999,9	0,08	-0,13	-0,11	999,9	0,07	-0,12	-0,10	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	1 500,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	0,00	2 000,0	0,08	-0,03	-0,01	0,2
4 000,01	4 000,0	0,06	-0,02	0,00	4 000,0	0,09	-0,05	-0,03	0,3
5 000,00	5 000,0	0,08	-0,03	-0,01	5 000,0	0,07	-0,02	0,00	0,3
6 000,00	6 000,0	0,09	-0,04	-0,02	6 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3

Temp. (°C) Inicial 22,1 Final 22,1

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,03 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,95 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 8,94 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-541-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,1	22,2
Humedad Relativa	43,0	43,0

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 26 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,2	22,2

Medición N°	Carga L1= 3 000,00 g			Carga L2= 6 000,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,08	-0,03
2	2 999,9	0,06	-0,11	6 000,0	0,07	-0,02
3	2 999,9	0,08	-0,13	6 000,0	0,06	-0,01
4	2 999,9	0,09	-0,14	6 000,0	0,08	-0,03
5	3 000,0	0,07	-0,02	5 999,9	0,09	-0,14
6	2 999,9	0,06	-0,11	6 000,0	0,07	-0,02
7	2 999,9	0,08	-0,13	6 000,0	0,06	-0,01
8	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,08	-0,03
9	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,1	0,09	0,06
10	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,1	0,07	0,08
Diferencia Máxima	0,13			0,22		
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-541-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 178-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : **ABG BUILDING S.R.L.**

Dirección : CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **SPJ6001**

Número de Serie : **B403233747**

Alcance de Indicación : **6 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**

División de Escala Real (d) : **0,1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-06-23**

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 en 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 son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ABG BUILDING S.R.L.
CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

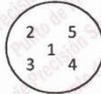


Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-540-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,007	-0,002	200,000	200,01	0,006	0,009	0,011
2		0,10	0,006	-0,001		199,98	0,008	-0,023	-0,022
3		0,10	0,008	-0,003		199,99	0,007	-0,012	-0,009
4		0,10	0,009	-0,004		200,01	0,006	0,009	0,013
5		0,10	0,007	-0,002		199,98	0,008	-0,023	-0,021

Temp. (°C) Inicial Final
 22,3 22,3

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,005	0,000	0,001	0,1
5,000	5,00	0,008	-0,003	-0,002	5,00	0,007	-0,002	-0,001	0,1
50,000	50,01	0,008	0,006	0,007	50,00	0,006	-0,001	0,000	0,1
70,000	70,01	0,007	0,008	0,009	70,00	0,008	-0,003	-0,002	0,2
100,000	100,02	0,006	0,019	0,020	100,01	0,009	0,006	0,007	0,2
150,000	150,02	0,008	0,017	0,018	150,01	0,007	0,008	0,009	0,2
200,000	200,02	0,009	0,016	0,017	200,01	0,006	0,009	0,010	0,2
500,000	500,01	0,008	0,007	0,008	500,00	0,009	-0,004	-0,003	0,3
600,000	600,01	0,009	0,006	0,007	600,00	0,007	-0,002	-0,001	0,3
620,000	620,01	0,008	0,007	0,008	620,01	0,008	0,007	0,008	0,3

Temp. (°C) Inicial Final
 22,3 22,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,65 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,04 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 3,25 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-540-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,3	22,4
Humedad Relativa	42,0	42,0

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 620,16 g para una carga de 620,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 26 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,4	22,4

Medición N°	Carga L1= 300,000 g			Carga L2= 600,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	299,99	0,007	-0,012	600,01	0,006	0,009
2	300,00	0,006	-0,001	599,99	0,008	-0,013
3	299,99	0,008	-0,013	599,98	0,009	-0,024
4	300,00	0,009	-0,004	600,02	0,007	0,018
5	300,00	0,007	-0,002	599,99	0,006	-0,011
6	300,00	0,006	-0,001	599,99	0,008	-0,013
7	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,009	-0,004
8	300,00	0,009	-0,004	599,99	0,007	-0,012
9	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,006	0,009
10	300,00	0,006	-0,001	599,99	0,008	-0,013
Diferencia Máxima	0,012			0,042		
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N°LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-540-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 178-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CAL.AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : NV622ZH

Número de Serie : 8341205147

Alcance de Indicación : 620 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-06-23

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 en 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 son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ABG BUILDING S.R.L.
CAL.AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-325-2023

Página : 2 de 2

Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
20,5	20,78	0,28	0,083
30,3	30,79	0,49	0,083
40,4	40,83	0,43	0,084

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO} + \text{CORRECCIÓN}$

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue de 9 cm aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 4: Boleta de pago



Calle Amazonas N° 105 Urb. Centro Urbano
MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

Tel.: (053) 464111 Cel.: 970009482 #953972407
985007731 abgbuildingsrl@gmail.com

R.U.C. 20600479866

BOLETA DE VENTA

DÍA	MES	AÑO
08	01	2024

0001 - N° 000060

Señor(es): GUILLELMO CESAR ADONIS ALUDELORO

Dirección: LOS DUEÑOS HZ T LOTE 15 D.N.I. 47166279

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
03	GRANULOMETRÍA	40,00	120,00
01	CONTENIDO ASFALTO RESIDUAL	300,00	300,00
02	ORDENADO ESPECÍFICO	50,00	100,00
01	ACERCIÓN LOS DUEÑOS	150,00	150,00
60	PAGO UNITARIO Y % DE JUICIO	50,00	3000,00
01	EQUIVALENCIA DE ARREND	80,00	80,00
01	INDICE DE PRODUCTIVIDAD	50,00	50,00
60	ESTABLECIMIENTO Y FLUJO	80,00	4800,00
01	DISEÑO DE ASFALTO EN FRÍO	1500,00	1500,00

GP GRÁFICA EL PAPEL E.I.R.L.
RUC: 20519948258
Calle Moquegua 944 Telf.: 509159
Serie: 0001 del 00051 al 00100
N° Aut. 0731189113 F.I. 05-12-2019

TOTAL S/ 10,100.00

ADQUIRENTE O USUARIO