

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



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS
ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS
ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023**

Presentado por:

Autor: Bach. SORIA SALAS, HUBERT

Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2024

ASESORES

Mg. Cárdenas Capcha, Jesús Idén

ASESOR TEMÁTICO

Mg. Reynoso Oscanoa, Javier

ASESOR METODOLÓGICO

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Mg. Alcides Luis Fabian Brañez.
Jurado

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil.
Jurado

Mg. Nataly Lucía Córdova Zorrilla.
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

Dedicatoria

- A mis progenitores por su inmenso afecto, respaldo y entrega. Sin su valioso aporte, esta investigación no habría sido factible.

Hubert Soria Salas.

Agradecimientos

- En primer lugar, quiero agradecer a mis asesores de tesis Mg. Reynoso Oscanoa, Javier y Mg. Cárdenas Capcha, Jesús Idén por su orientación y valioso apoyo a lo largo de todo el proceso.

Hubert Soria Salas.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0080 - FI -2024

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

DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. SORIA SALAS HUBERT
Facultad : INGENIERÍA
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL
Asesor(a) Metodología : MG. REYNOSO OSCANO JAVIER
Asesor(a) Tematico : MG. CARDENAS CAPCHA JESUS IDEN

Fue analizado con fecha **14/02/2024**; con **183 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **12** %.

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

Observaciones:

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

Huancayo, 19 de febrero de 2024.



DR. HILARIO ROMERO GIRON
JEFE (e)

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Delimitación del problema	19
1.2.1. Espacial	19
1.2.2. Temporal	19
1.2.3. Económica	19
1.3. Formulación del problema	19
1.3.1. Problema general	20
1.3.2. Problemas específicos	20
1.4. Justificación	20
1.4.1. Social	20
1.4.2. Teórica	20
1.4.3. Metodológica	21
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo general	21
1.5.2. Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Nacionales	23
2.1.2. Internacionales	25
2.2. Bases teóricas o científicas	26
2.2.1. Módulo elástico	26
2.2.2. Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos	27
2.2.3. Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	29
2.2.4. Stone Mastic Asphalt (SMA)	31

2.2.5. Desempeño de pavimentos flexibles	33
2.3. Marco conceptual	34
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	36
3.1. Hipótesis general	36
3.2. Hipótesis específicas	36
3.3. Variables	37
3.3.1. Definición conceptual de las variables	37
3.3.2. Definición operacional de las variables	37
3.3.3. Operacionalización de las variables	38
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	39
4.1. Método de investigación	39
4.2. Tipo de investigación	39
4.3. Nivel de investigación	40
4.4. Diseño de la investigación	40
4.5. Población y muestra	40
4.5.1. Población	40
4.5.2. Muestra	40
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	41
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	42
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	43
4.8. Aspectos éticos de la investigación	44
CAPÍTULO V: RESULTADOS	45
5.1. Descripción del diseño tecnológico	45
5.1.1. Propiedades de los agregados	45
5.1.2. Granulometría de los agregados	46
5.1.3. Cemento asfáltico	52
5.1.4. Aditivos	52
5.1.5. Mezcla asfáltica en caliente convencional	53
5.1.6. Mezcla asfáltica SMA	57
5.1.7. Coalescencia de la MAC-SMA	61
5.1.8. Módulo elástico de las mezclas asfálticas	62
5.2. Descripción de resultados	64
5.2.1. Diferencia en la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos	64

5.2.2. Variación del flujo en las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos	65
5.2.3. Diferencia de la relación estabilidad/flujo (rigidez) en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos	66
5.2.4. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos	67
5.2.5. Desempeño de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos	68
5.3. Contrastación de hipótesis	68
5.3.1. Prueba de normalidad y homogeneidad	68
5.3.2. Hipótesis específica “1”	71
5.3.3. Hipótesis específica “2”	72
5.3.4. Hipótesis específica “3”	74
5.3.5. Hipótesis específica “4”	75
5.3.6. Hipótesis general	76
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	77
6.1. Diferencia en la estabilidad de las mezclas asfálticas	77
6.2. Variación del flujo en las mezclas asfálticas	78
6.3. Diferencia de la relación estabilidad/flujo (rigidez) en las mezclas asfálticas	78
6.4. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas	79
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	87
Anexo N° 01: matriz de consistencia	88
Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables	91
Anexo N° 03: matriz de operacionalización del instrumento	92
Anexo N° 04: ficha de recolección de datos	93
Anexo N° 05: fichas de validación de instrumento	95
Anexo N° 06: certificados de laboratorio	99
Anexo N° 07: certificados de calibración de equipos	149
Anexo N° 08: certificados de cemento asfáltico y aditivos	175
Anexo N° 09: panel fotográfico	180

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. <i>Exigencias en mezclas de concreto bituminoso en caliente.</i>	29
Tabla 2.2. <i>Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC).</i>	30
Tabla 2.3. <i>Parámetros de tamaño de partículas para Stone Mastic Asphalt (SMA).</i>	32
Tabla 3.1. <i>Operacionalización de las variables.</i>	38
Tabla 4.1. <i>Muestra de la investigación.</i>	41
Tabla 4.2. <i>Valores de interpretación de la V de Aiken.</i>	43
Tabla 4.3. <i>Evaluación del instrumento por medio del juicio de expertos.</i>	43
Tabla 5.1. <i>Propiedades físicas y químicas de los agregados finos y gruesos.</i>	46
Tabla 5.2. <i>Granulometría del agregado fino para la MAC.</i>	46
Tabla 5.3. <i>Granulometría del agregado grueso para la MAC.</i>	47
Tabla 5.4. <i>Combinación de agregados para la MAC.</i>	48
Tabla 5.5. <i>Granulometría del agregado fino para la SMA.</i>	49
Tabla 5.6. <i>Granulometría del agregado grueso para la SMA.</i>	50
Tabla 5.7. <i>Combinación de agregados para la SMA.</i>	51
Tabla 5.8. <i>Resultados del ensayo Marshall de la MAC convencional.</i>	53
Tabla 5.9. <i>Resultados del Marshall de MAC convencional – contenido óptimo.</i>	57
Tabla 5.10. <i>Resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica SMA.</i>	57
Tabla 5.11. <i>Resultados del ensayo Marshall de la SMA – contenido óptimo.</i>	61
Tabla 5.12. <i>Resultados del ensayo Marshall de la MAC - SMA.</i>	62
Tabla 5.13. <i>Módulo elástico de mezclas asfálticas por medio de tracción indirecta.</i>	63
Tabla 5.14. <i>Estabilidad en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.</i>	64
Tabla 5.15. <i>Flujo en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.</i>	65
Tabla 5.16. <i>Relación estabilidad/flujo (rigidez) de las diferentes mezclas.</i>	66
Tabla 5.17. <i>Desgaste en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.</i>	67
Tabla 5.18. <i>Resumen de resultados obtenidos.</i>	68
Tabla 5.19. <i>Prueba de normalidad de los datos de estabilidad.</i>	69
Tabla 5.20. <i>Prueba de igualdad de varianzas de Levene para la estabilidad.</i>	69
Tabla 5.21. <i>Prueba de normalidad de los datos de flujo.</i>	70
Tabla 5.22. <i>Prueba de igualdad de varianzas de Levene para el flujo.</i>	70
Tabla 5.23. <i>Prueba de normalidad de los datos de estabilidad/flujo (rigidez).</i>	70
Tabla 5.24. <i>Prueba de normalidad de los datos de desgaste.</i>	71
Tabla 5.25. <i>Prueba de igualdad de varianzas de Levene para el desgaste.</i>	71
Tabla 5.26. <i>ANOVA para los resultados de estabilidad.</i>	72

Tabla 5.27. <i>Comparación de grupos según los resultados de estabilidad.</i>	72
Tabla 5.28. <i>Grupos similares respecto los resultados de estabilidad.</i>	72
Tabla 5.29. <i>ANOVA para los resultados de flujo.</i>	73
Tabla 5.30. <i>Comparación de grupos según los resultados de flujo.</i>	73
Tabla 5.31. <i>Grupos similares respecto los resultados de flujo.</i>	73
Tabla 5.32. <i>Kruskal-Wallis para los resultados de estabilidad/flujo (rigidez).</i>	74
Tabla 5.33. <i>Comparación de grupos de estabilidad/flujo (rigidez).</i>	74
Tabla 5.34. <i>ANOVA para los resultados de desgaste.</i>	75
Tabla 5.35. <i>Comparación de grupos según los resultados de desgaste.</i>	75
Tabla 5.36. <i>Grupos similares respecto los resultados de desgaste.</i>	76
Tabla 5.37. <i>Contrastación de la hipótesis general.</i>	76

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1.1.</i> Deficientes condiciones de la Av. 9 de diciembre en el distrito de Chilca.	18
<i>Figura 1.2.</i> Vista de la vía que se pretende solucionar la problemática.	19
<i>Figura 2.1.</i> Configuración de la carga y rotura del espécimen a tracción.	27
<i>Figura 2.2.</i> Tipos de mezclas asfálticas.	28
<i>Figura 2.3.</i> Partes del pavimento en la nueva era.	29
<i>Figura 5.1.</i> Ubicación de la cantera de donde se consideró los agregados.	45
<i>Figura 5.2.</i> Distribución granulométrica del agregado fino para la MAC.	47
<i>Figura 5.3.</i> Granulometría del agregado grueso para la MAC.	48
<i>Figura 5.4.</i> Combinación de los agregados para la elaboración de MAC.	49
<i>Figura 5.5.</i> Granulometría del agregado fino para la SMA.	50
<i>Figura 5.6.</i> Granulometría del agregado grueso para la SMA.	51
<i>Figura 5.7.</i> Combinación de agregados para la SMA.	52
<i>Figura 5.8.</i> Peso unitario vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.	54
<i>Figura 5.9.</i> Vacíos VTM vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.	54
<i>Figura 5.10.</i> Vacíos llenos de asfalto vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.	55
<i>Figura 5.11.</i> VMA vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.	55
<i>Figura 5.12.</i> Estabilidad vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.	56
<i>Figura 5.13.</i> Flujo vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.	56
<i>Figura 5.14.</i> Peso unitario vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.	58
<i>Figura 5.15.</i> Vacíos VTM vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.	58
<i>Figura 5.16.</i> Vacíos llenos de asfalto vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.	59
<i>Figura 5.17.</i> VMA vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.	59
<i>Figura 5.18.</i> Estabilidad vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.	60
<i>Figura 5.19.</i> Flujo vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.	60
<i>Figura 5.20.</i> Combinación de la MAC y SMA.	61
<i>Figura 5.21.</i> Estabilidad en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.	64
<i>Figura 5.22.</i> Flujo en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.	65
<i>Figura 5.23.</i> Relación estabilidad/flujo (rigidez) en las mezclas asfálticas.	67
<i>Figura 5.24.</i> Desgaste en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.	67

RESUMEN

El problema que dio origen a la investigación fue, cuál es el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos, ante ellos se consideró como objetivos determinar la diferencia y variación tanto en la estabilidad, flujo, relación estabilidad/flujo (rigidez) y desgaste que se presenta en mezcla asfáltica en caliente (MAC) y Stone Mastic Asphalt (SMA). Metodológicamente, se optó por elaborar 77 briquetas de mezclas asfálticas donde se varió el contenido de cemento asfáltico (5 % a 7.5 %) obteniéndose así para la MAC (compactada con 75 golpes por lado) un contenido óptimo de cemento asfáltico de 6.30 % y para la SMA (compactada con 50 golpes por lado) de 6.87 %. Posteriormente, se encontró como resultados que la estabilidad de la SMA y MAC-SMA fueron 15.98 % y 9.75 % mayor, el flujo también con 6.31 % y 6.35 %, la rigidez de igual manera con 9.12 % y 3.23 %, mientras que el desgaste se redujo en 29.88 % y 16.87 %. Se concluye que, la SMA (con módulo elástico de 661.38 MPa) y MAC-SMA (con módulo elástico de 434.88 MPa) presentan un mejor desempeño en pavimentos flexibles en comparación de la MAC (módulo elástico de 243.37 MPa), recomendándose su empleo, asegurando con ello la durabilidad de la vía.

Palabras clave: desempeño, mezcla asfáltica en caliente, Stone Mastic Asphalt, pavimento flexible.

ABSTRACT

The problem that gave rise to the research was the performance of flexible pavements due to the use of asphalt layers of different elastic modulus. The objectives were to determine the difference and variation in stability, flow, stability/flow ratio (stiffness) and wear that occurs in hot mix asphalt (MAC) and Stone Mastic Asphalt (SMA). Methodologically, 77 briquettes of asphalt mixes were made, varying the asphalt cement content (5 % to 7.5 %), thus obtaining an optimum asphalt cement content of 6.30 % for MAC (compacted with 75 blows per side) and 6.87 % for SMA (compacted with 50 blows per side). Subsequently, it was found that the stability of the SMA and MAC-SMA were 15.98 % and 9.75 % higher, the flow was also 6.31 % and 6.35 %, the stiffness was 9.12 % and 3.23 %, while the wear was reduced by 29.88 % and 16.87 %. It is concluded that SMA (with an elastic modulus of 661.38 MPa) and MAC-SMA (with an elastic modulus of 434.88 MPa) perform better in flexible pavements compared to MAC (elastic modulus of 243.37 MPa), and their use is recommended, thus ensuring the durability of the road.

Key words: performance, hot mix asphalt, Stone Mastic Asphalt, flexible pavement.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación, titulada “Desempeño de pavimentos flexibles mediante la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo 2023”, ha optado como como objetivo principal el evaluar el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo, 2023. Esto dado que fueron identificadas vías de pavimento flexible construidas con mezclas asfálticas en caliente, cuyo desempeño no cubre las exigencias de transporte en la actualidad. Bajo esa premisa, la presente investigación busca evaluar el desempeño de estas vías con capas asfálticas de diferentes módulos elásticos, contemplando si estas fueran constituidas tan solo por MAC, SMA y por la coalescencia de la MAC y SMA. Por consiguiente, se elaboraron briquetas de mezcla asfáltica, donde, haciendo uso del ensayo Marshall se midió su estabilidad, flujo y rigidez, mientras que para determinar el desgaste se optó por el ensayo de Cántabro.

Con ese fin, el desarrollo de la tesis se expone a continuación:

Capítulo I. Planteamiento del problema: En este primer capítulo se exponen la descripción, delimitación y formulación del problema que se pretende solucionar, además, se presenta la justificación y los objetivos que la cimentan.

Capítulo II. Marco teórico: Aquí se expone cada uno de los antecedentes tanto a partir de investigaciones previas como las bases teóricas que permitirán la realización de la investigación, además del esclarecimiento de los términos.

Capítulo III. Hipótesis: Considerado como el tercer capítulo, donde se abarca las hipótesis del estudio y las variables consideradas.

Capítulo IV. Metodología: Corresponde a un capítulo donde se procedió a detallar cada una de las consideraciones metodológicas, como el método, tipo, nivel y diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, las técnicas de procesamiento y análisis de datos, además de los aspectos éticos de la investigación.

Capítulo V. Resultados: Donde como parte inicial se caracterizó a los materiales tales como los agregados, tanto física y químicamente, procediendo a detallar al cemento asfáltico y aditivos considerados. Consecuentemente, se presenta los resultados de cada una de las variables, para llegar así a contrastar las hipótesis de la investigación.

Capítulo VI. Análisis y discusión de resultados: Este capítulo, es de suma importancia porque se considera la discusión de los resultados de acuerdo a los objetivos investigativos y los referentes de la investigación y las normativas vigentes en el campo de carreteras del Perú.

En la parte final de este documento, se consideró a las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas siguiendo los lineamientos del sistema ISO 690, y los anexos.

Bach. Hubert Soria Salas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La optimización de la infraestructura vial se vuelve esencial para garantizar la fluidez y seguridad del tránsito, siendo fundamental en los sistemas de desarrollo de una nación, lo cual incide directamente en la economía y calidad de vida de la población. Por ello, el análisis de la calidad de las mezclas de asfalto y su influencia en el desempeño de pavimentos flexibles se convierte en una gran necesidad hoy en día pues, facilitará la toma de decisiones respecto a la construcción y mantenimiento de estas estructuras contribuyendo, además, a la mejora en la calidad y durabilidad de las vías ante los requerimientos actuales.

A nivel global, el problema del desempeño de una vía radica en la variabilidad de las características del tránsito, clima y carga, que en función de la calidad de sus componentes y construcción tendrá mayor o menor capacidad de resiliencia (Selsal et al., 2022). En esa línea, el análisis del desempeño del pavimento flexible constituido por carpetas asfálticas de distintos módulos elásticos, adaptando los pavimentos a condiciones cambiantes y extendiendo su vida útil, contribuirá a la evolución de esta tecnología en el campo de la ingeniería civil.

Asimismo, Sanabria y Quinteros (2019) en la Revista Caminos & Obras, mencionan que diferentes países desarrollan sus propias tecnologías para la obtención de pavimentos con altos módulos en capas asfálticas intermedias con el objetivo de minimizar los daños estructurales por el incremento de la deformación, pues la base de diseño se fundamenta en la existencia de un umbral límite de fatiga.

En el contexto peruano, el desgaste acelerado de los pavimentos flexibles traducido tanto en fallas superficiales como estructurales es un problema que puede afectar a la conectividad y la economía, pues es necesario recalcar que el transporte es un pilar importante para el desarrollo de las comunidades. Las causas principales se presentan debido a que muchas de las vías de pavimento flexible del país fueron elaboradas a partir de mezclas asfálticas en caliente (MAC) que son altamente susceptibles a la acción del intemperismo debido al clima y temperaturas presentadas en la cordillera de los Andes y las altas cargas del tráfico que transita en las vías nacionales (Gelí, 2021).

En la provincia de Huancayo, ubicada a 3259 m.s.n.m., los problemas respecto al bajo desempeño de las vías de pavimento flexible son iguales, algo que se evidencia en las calles del distrito de Chilca, teniendo como un claro ejemplo las gravísimas condiciones en las que se encontraba la avenida Leoncio Prado. Ante ello, investigadores como Gelí (2021), plantean la utilización de mezclas de masilla asfáltica de piedra (SMA, por sus siglas en inglés), dado que presentan mayor resiliencia a la acción del intemperismo y grandes cargas de tránsito, traducido en mejor desempeño.

Esta investigación tuvo como propósito evaluar el impacto del uso de capas asfálticas con diferentes módulos elásticos en el desempeño de pavimentos flexibles para vías del distrito de Chilca como la Av. 9 de diciembre, en la provincia de Huancayo, en el departamento denominado como Junín, que en la actualidad representa un deplorable estado (*Figura 1.1*). Al comprender cómo estas capas pueden adaptarse a las condiciones locales y mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento, a fin de contribuir al diseño y construcción de vías más eficientes, promoviendo la conectividad y el desarrollo económico en esta zona del centro del país.



Figura 1.1. Deficientes condiciones de la Av. 9 de diciembre en el distrito de Chilca.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

Para el logro de los objetivos se delimitó espacialmente a la problemática en la Av. 9 de diciembre que se ubica entre la Av. Real y el Jr. Riva Agüero del distrito de Chilca, que forma parte de la metrópoli de Huancayo, capital de la región Junín. Siendo así que, a continuación, se muestra su ubicación:



Figura 1.2. Vista de la vía que se pretende solucionar la problemática.

Fuente: Alphabet Inc. (2023).

1.2.2. Temporal

La presente investigación ha sido desarrollada en un tiempo de cinco (05) meses que van de los meses de agosto a diciembre del año 2023, esto en concordancia al cronograma establecido en el plan inicial.

1.2.3. Económica

La inversión económica para lograr el desarrollo de la investigación fue asumida en su totalidad por el investigador, los mismos que cubrieron la adquisición de materiales y la ejecución de los ensayos correspondientemente.

1.3. Formulación del problema

En los siguientes numerales, se procede con la formulación del problema general y problemas específicos que surgieron de la realidad problemática, en relación con la operacionalización de las variables identificadas:

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo, 2023?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023?
2. ¿En qué medida varían las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023?
3. ¿Cuál es la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023?
4. ¿Cuál es la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

La base social, también conocida como justificación práctica según algunos autores, radica en la mejora del rendimiento de las carreteras de pavimento flexible en el distrito de Chilca en la provincia de Huancayo. Se argumenta que esto supondría un considerable beneficio para la población local al garantizar una mejor calidad de vida y transporte. Además, para las autoridades, entidades y en general para el Estado, la optimización de estas vías significaría una reducción significativa de los costos asociados con el mantenimiento continuo.

1.4.2. Teórica

Se ha implementado una justificación teórica al evaluar el rendimiento de un pavimento flexible cuya capa de rodadura se constituyó mediante la coalescencia entre la MAC y la SMA. El objetivo principal fue generar un debate académico en

torno al uso de nuevos materiales para asegurar el desempeño de los pavimentos flexibles. Es relevante destacar que, en la actualidad, la coalescencia no se encuentra considerada en los Manuales de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Este enfoque no solo contribuye al avance del conocimiento en la tecnología del asfalto, sino que también proporciona resultados detallados sobre las distintas propiedades de la MAC y la SMA. Estos resultados son fundamentales para su aplicación práctica en el campo, los cuales deben ser debidamente verificados.

1.4.3. Metodológica

Además, dado que en el desarrollo de esta investigación se emplearon técnicas ya establecidas para la evaluación del pavimento flexible y no se buscó crear un método alternativo, no se dispone de una justificación metodológica específica. No obstante, la metodología utilizada para la fabricación de las mezclas asfálticas se diseñó con el propósito de permitir su comparación en estudios subsiguientes. Este enfoque facilitará su aplicación en investigaciones futuras y contribuirá a la continuidad y mejora de las prácticas metodológicas en el ámbito del pavimento flexible.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos – Huancayo 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.
2. Establecer la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles – Huancayo 2023.

3. Determinar la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.
4. Analizar la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles – Huancayo 2023.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Gelí (2021) obtuvo sobre la disminución del escurrimiento de la mezcla SMA mediante el uso de fibra y ceniza proveniente del bagazo de caña de azúcar.: registrando un valor de 0.22 % a una temperatura de mezcla de 165 a 175 °C. El daño por humedad dio una resistencia de 292 N en condiciones secas y de 184.1 N en condiciones húmedas. Esto resultó en una resistencia a la tracción indirecta (TSR) del 63 %. Comparado con la mezcla convencional que tuvo una resistencia de 336.1 N en condiciones secas y de 304 N en condiciones húmedas, lo que se tradujo en una resistencia a la tracción indirecta (TSR) del 90.5 %. El flujo de la mezcla asfáltica SMA fue de 13.6 mm y el porcentaje de vacíos fue del 3.5 %. La mezcla soportó 15 846 pasadas con una profundidad de huella de 12.50 mm, mientras que la convencional soportó 20 000 pasadas con una profundidad de huella de 2.01 mm. La estabilidad de la mezcla asfáltica SMA fue de 1 189 N con una densidad de la briqueta de 2.292 kg/cm³. El módulo de resiliente dio como resultado 3 612 Mpa, con una fuerza de carga de 1 469 N y una deformación total recuperable de 4.16 μm llegó a la conclusión que, la estabilidad que soporta la mezcla modificada de asfalto es un 17.25 % inferior a la de la mezcla asfáltica SMA convencional, lo cual implicó en que no podrá soportar cargas pesadas de tráfico y sufrirá mayores deformaciones.

Cerrón y Valdivia (2019) encontraron como resultados que la adición de un 1.0 % de caucho tiene un impacto favorable representando en el incremento de la

resistencia de una mezcla asfáltica en caliente (MAC), lo cual comprobaron por medio del método Marshall, logrando encontrar un nivel óptimo de contenido de asfalto del 5.5 %, esto reflejó una resistencia (estabilidad) de 1434.4 kg y un desplazamiento de 4.0 mm. Asimismo, comprobó mediante el ensayo de Lottman, el cual arrojó un valor del 89.32 %. Este resultado fue un 8.18 % superior al valor obtenido por la MAC convencional, que alcanzó un 81.14 %. Por otro lado, con relación a la propiedad de durabilidad de la MAC, el ensayo de cántabro demostró que al adicionar un 1.0 % de caucho reciclado no incide en la mejora de dicha característica. El resultado obtenido fue un 14.09 %, en comparación con el valor de la MAC convencional que fue de 6.98 %. Esto se debe a que la inclusión del caucho afecta negativamente las propiedades de densidad de la mezcla asfáltica, lo que a su vez incrementa el contenido de vacíos de aire, estos cambios presenten y que se denotan en las características físicas y mecánicas de la MAC resultan en una mayor susceptibilidad al desgaste en comparación con la MAC convencional. Los investigadores llegaron a aseverar que la inclusión de un 1.0 % de caucho reciclado seco beneficia la resistencia de la mezcla cuando es sometida a tracción indirecta, aunque simultáneamente acelera el proceso externo de desintegración, esta afirmación se respalda con los resultados obtenidos en los ensayos Lottman y cántabro mediante el uso del equipo de abrasión denominado como el de desgaste de Los Ángeles.

De la Cruz (2019) obtuvo resultados que revelaron un ligero aumento en los parámetros volumétricos para el diseño idóneo de la SMA utilizando fibras de basalto, logró un VMA de 18.20 %, además de un VCAmix de 33.30 %, en comparación con un VMA de 17.15% y VCAmix de 32.50 % cuando empleó fibras de celulosa. Respecto a la resistencia retenida a la tracción (TSR), se observó un incremento significativo en el diseño ideal con el uso de fibras de basalto, alcanzando 81.90 %, en comparación con el 80.70 % que resultó con fibras de celulosa en su diseño ideal. La proporción de escurrimiento del asfalto disminuyó considerablemente con la presencia de fibras de basalto, registrando un valor de 0.10 %, a diferencia del 0.22 % obtenido en el diseño óptimo con fibras de celulosa. Por lo tanto, el investigador concluye que las fibras de basalto son una sustitución adecuada de las fibras convencionales de celulosa, para la mezcla asfáltica SMA con fibras de basalto, establece que el porcentaje óptimo de fibras es del 0.4 %, y el

contenido de asfalto ideal es de 6.52 %. Por otro lado, para la mezcla asfáltica SMA con fibras de celulosa, el porcentaje óptimo de fibras es del 0.3 %, y el contenido de asfalto óptimo es de 6.45 %.

2.1.2. Internacionales

Selsal et al. (2022) encontraron resultados que denotan que, los pavimentos de SMA presentaron una resistencia, impermeabilidad y estructura homogénea superiores en comparación con los HMA. Observaron una deformación máxima de 0.000613 mm en una capa de HMA no modificada de 4 cm de espesor después de un año de exposición, mientras que en el pavimento SMA modificado de 8 cm de espesor, notaron una deformación mínima de 0.000288 mm. Al incrementar el grosor del pavimento de 4 cm a 8 cm, la deformación redujo casi a la mitad. Por lo tanto, el pavimento de SMA de 8 cm de espesor demostró una mayor resistencia y, consecuentemente, menores deformaciones. Han llegado a la conclusión de que la resistencia ante fatiga de los pavimentos de HMA de hormigón asfáltico disminuyó a lo largo del tiempo debido a las condiciones climáticas y al tráfico repetido. El asfalto SMA modificado demostró una mayor resistencia, ya que observaron deformaciones menores en los pavimentos modificados en comparación con las capas asfálticas no modificadas.

Chegenizadeh et al. (2021), encontraron que los resultados de las evaluaciones de densidad máxima y capacidad de retención de agua indicaron que la mayoría de estos eran conformes según las especificaciones AS2150-2005. El incremento en el contenido de asfalto generó que se reduzca la densidad máxima debido a la reducción en los componentes pétreos. Las pruebas de estabilidad Marshall y fluidez arrojaron resultados aceptables según las especificaciones AS2150-2005. La mezcla asfáltica que fue elaborada con caucho exhibió que su estabilidad Marshall fue considerablemente inferior a la variante original, atribuible a la intervención de la capacidad del agua de retener y la estructura de los agregados que la componen. Los resultados de las evaluaciones de huella de surco indicaron que todas las combinaciones cumplían o superaban los estándares desarrollados por Austroads. Las mezclas con adición de AR mostraron ser más resistentes a la fatiga, es decir, hasta dos veces mayor que el asfalto convencional. Los investigadores llegaron a aseverar de que incorporar un 25 % de partículas de caucho al ligante puede

mejorar las características y la resistencia de las combinaciones de asfalto a lo largo del tiempo.

Los resultados que encontraron Lizcano y Ramos (2020) respecto a la estabilidad, flujo y rigidez de las tres mezclas MDC-19 patrón y las mezclas donde se presentó una sustitución del 50 % y 100 % del filler por CCA, correspondieron a lo siguiente: para la estabilidad Marshall, los valores fueron 67, 74.3 y 86.7 KN respectivamente. En cuanto a la medida de rigidez Marshall que viene representado como la división de la estabilidad/flujo, obtuvieron los siguientes resultados: 3.230, 4.390 y 4.653 KN/mm correspondientemente. En el ensayo de tracción en seco, los resultados eran 1.140, 0.980 y 1.288 KPA sucesivamente. Por último, en la pérdida de desgaste por medio del ensayo cántabro, los productos fueron 8.94, 4.67 y 5.01 % consecuentemente. Llegaron a la conclusión de que la característica físico mecánica evaluada con el ensayo de cántabro fue esa capacidad de las partículas para resistir la disgregación. Los resultados más destacados correspondieron a las mezclas modificadas, debido a que presentaron un menor número de espacios vacíos. Esto generó una mejor adhesión de las partículas que resultó en una mayor penetración del asfalto, reflejándose en una reducción de masa superior al 40 % en cuanto a desgaste en comparación de la mezcla original.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Módulo elástico

En las mezclas asfálticas, el módulo elástico se define como el resultado de relacionar el aumento de esfuerzo con la deformación unitaria correspondiente. Este parámetro de elasticidad en las mezclas asfálticas puede fluctuar debido a varios elementos, como las características que posee el agregado mineral, la temperatura a la cual se ha expuesto la muestra, y, por supuesto, el nivel de compactación durante su fabricación o colocación en la obra (Armijos, 2008).

En lo que respecta a la obtención módulo elástico de las mezclas asfálticas, se dispone de varios ensayos, entre los cuales se incluyen la tracción indirecta. En esencia, esta evaluación permite entender de manera precisa cómo la mezcla responde a tensiones y cargas, siendo fundamental para determinar su rendimiento en condiciones de tráfico (Armijos, 2008).

En cuanto a la ejecución del ensayo (AASHTO T 283), se hace uso de un espécimen cilíndrico tal como se muestra en la *Figura 2.1* que es sometido a carga que provoca un esfuerzo a tracción relativamente uniforme desencadenándose en la rotura de la misma (Armijos, 2008).

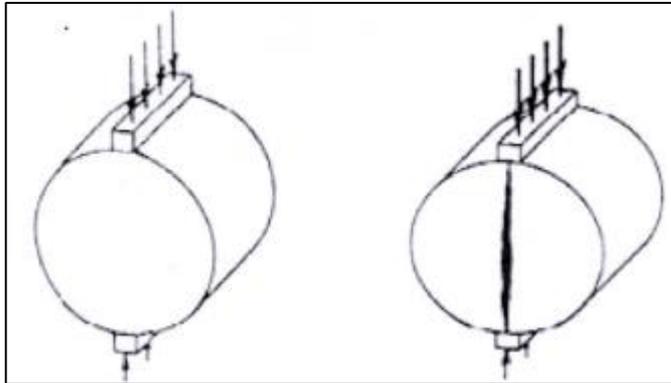


Figura 2.1. Configuración de la carga y rotura del espécimen a tracción.
Fuente: Sánchez y Chirinos (2006).

Realizado el ensayo, se procede al cálculo de la elasticidad (E) o módulo elástico, de acuerdo a la siguiente fórmula que fue planteada por Sánchez y Chirinos (2006):

$$E = \frac{P}{t \cdot \delta h} [0.274 + 1.36v]$$

Donde:

P es la carga a la que se somete el espécimen (kg).

t es el espesor del espécimen (cm).

δh es la deformación horizontal (cm).

v es la relación de Poisson (0.35).

2.2.2. Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos

Las mezclas asfálticas se forman al combinar a los agregados pétreos además de un ligante que es asfáltico, generalmente producidas en plantas especializadas a las que se les denomina como mezcladoras, aunque en ocasiones se suelen crear en el lugar de uso (Rondon y Reyes, 2015). A continuación, en la figura se tiene la lista de las diferentes mezclas asfálticas:

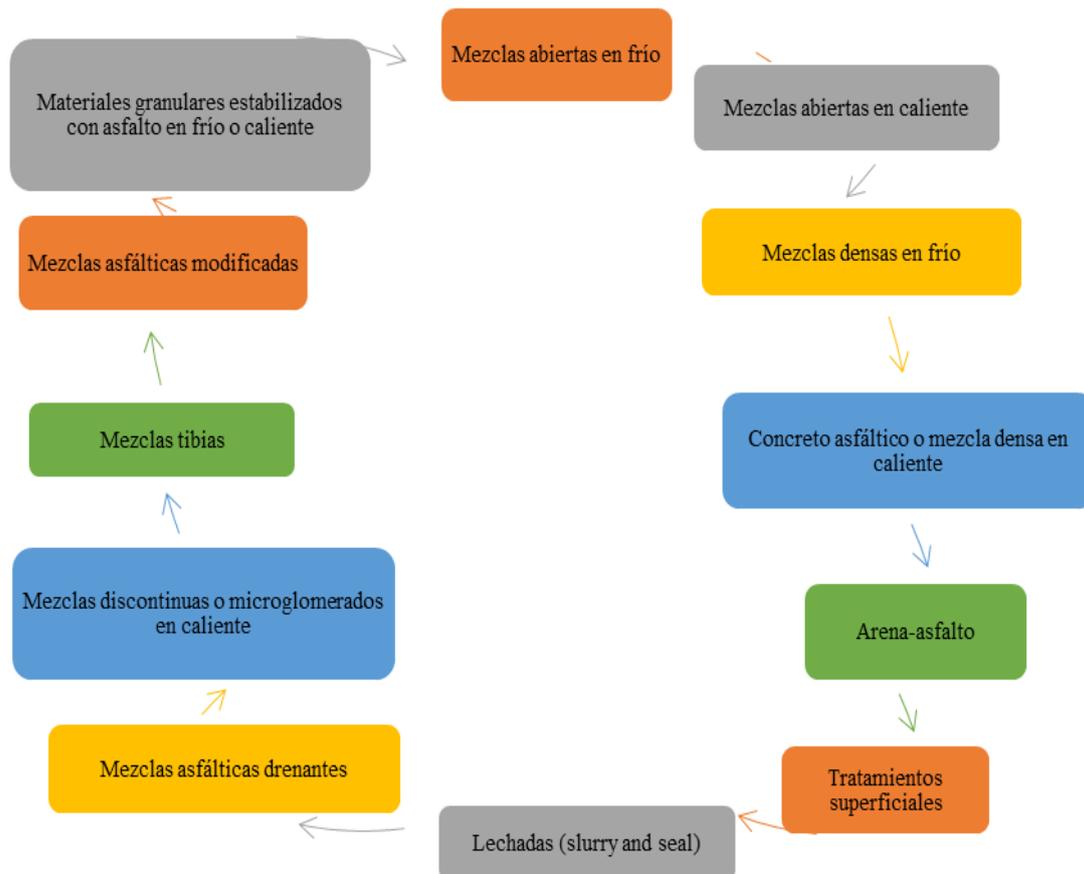


Figura 2.2. Tipos de mezclas asfálticas.
Fuente: Rondon y Reyes (2015).

Asimismo, la teoría de los módulos elásticos de las mezclas asfálticas se centra en la caracterización de la rigidez de estas composiciones, pues estos se relacionan con el debilitamiento y la acción frente al agua, logrando de esa manera predecir en un largo plazo el comportamiento de las mezclas asfálticas (Gómez et al., 2020).

Al mencionar las capas asfálticas, es inevitable no mencionar al pavimento flexible que consiste en una capa bituminosa que suele descansar sobre dos capas que carecen de rigidez, conocidas como la base y subbase. No obstante, es posible prescindir una de estas señaladas capas según los requerimientos característicos de cada proyecto (Montejo, 2002). Asimismo, en la actualidad, se tiene un gran avance en las capas que lo conforman, tal como se expresa a continuación:



Figura 2.3. Partes del pavimento en la nueva era.
Fuente: PAM (2023).

2.2.3. Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Contextualmente, en Perú se tiene tres tipos de mezcla asfáltica en caliente (MAC), diferenciados por el tamaño máximo en milímetros de las partículas del agregado pétreo aplica para la elaboración de las mismas (MTC, 2013) .

La composición comprende agregados pétreos como grava y arena, combinados con asfalto líquido caliente. La mezcla se realiza a temperaturas elevadas, alrededor de 110 °C a 120 °C, con el propósito de formar una mezcla homogénea. Posteriormente, esta mezcla se aplica en capas sobre la superficie a pavimentar y se compacta para crear un pavimento resistente y duradero (Rondon y Reyes, 2015).

Tabla 2.1. Exigencias en mezclas de concreto bituminoso en caliente.

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión MPa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mínimo		

Fuente: MTC (2013).

Granulometría

Se hace alusión a la manera en que se encuentran distribuidos los distintos tamaños de partículas en la mezcla, lo cual tiene un impacto directo en las

características y el desempeño del pavimento (MTC, 2013). A continuación, en la Tabla 2.2, se proporciona el porcentaje de partículas que atraviesa los diferentes tamaños de la granulometría estándar para las mezclas asfálticas en caliente (MAC):

Tabla 2.2. *Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC).*

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25 mm (1")	100		
19 mm (3/4")	80-100	100	
12.5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9.5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4.75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2.00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: MTC (2013).

Relación estabilidad/flujo (rigidez)

Es importante lograr un equilibrio adecuado entre la estabilidad y el flujo, si una mezcla es altamente estable, pero carece de fluidez, existe el riesgo de que se agriete o se rompa bajo cargas intensas debido a la incapacidad para ajustarse a las tensiones. Por otro lado, si la mezcla posee alta fluidez, pero baja estabilidad, podría deformarse excesivamente en respuesta al tráfico, resultando en la pérdida de su forma y funcionalidad (MTC, 2016).

Vacíos de aire

Se trata de espacios o aberturas existentes entre los fragmentos del agregado y el asfalto en la combinación. Es preferible que haya pocos vacíos de aire, ya que esto está conectado con la compacidad y la longevidad del pavimento. Sin embargo, si hay un exceso de vacíos de aire, puede llevar a un pavimento con porosidad y fragilidad, aumentando su susceptibilidad a la entrada de agua y sustancias dañinas, como el hielo y las sales (MTC, 2016).

Vacíos en el agregado natural

Tanto, el tamaño, la manera en que se configuran y la disposición de los agregados naturales influyen en la cantidad de vacíos en la mezcla (MTC, 2016). Si los agregados son irregulares o mal graduados, es decir, si hay variaciones significativas en los tamaños de las partículas, los vacíos pueden ser mayores, lo cual

puede ser analizado utilizando la prueba de MTC E 203 para poder fijar el peso unitario y los vacíos que se presentan entre los agregados.

Relación polvo – Asfalto

Un incremento excesivo de polvo en comparación con el asfalto puede ocasionar consecuencias negativas. El polvo, compuesto por partículas pequeñas y menos densas, podría ocupar espacio en la mezcla sin ofrecer la cohesión ni la solidez requeridas (MTC, 2013). Esto puede conducir a un pavimento poroso y delicado, con una menor capacidad para resistir las cargas vehiculares y una susceptibilidad mayor a la infiltración de agua. Contrariamente, un exceso de asfalto en relación con el polvo puede resultar en una mezcla demasiado viscosa o pegajosa. Esto podría complicar la compactación adecuada y originar problemas en unión existente entre el asfalto y los agregados.

Resistencia conservada

Este término alude a la capacidad del pavimento para preservar su resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo, mientras está expuesto al tráfico y las condiciones ambientales (MTC, 2016). Una resistencia conservada elevada garantiza que el pavimento conserve su aptitud para resistir cargas y situaciones de uso, prolongando su vida útil y disminuyendo la necesidad de reparaciones anticipadas.

2.2.4. Stone Mastic Asphalt (SMA)

Lanchas et al. (2013) mencionan que, estas mezclas, que fueron originadas en Alemania durante los años 60 y 70 del siglo anterior, consisten en una combinación de diferentes tamaños de partículas.

Las mezclas SMA tienen una mayor capacidad de resistencia del ligante, lo cual se debe a la presencia de una película de betún más gruesa que cubre los agregados y a una menor proporción de huecos. Esto se logra mediante el incremento del contenido de betún con un determinado detenimiento y el uso de una mayor proporción de áridos gruesos en la mezcla. Además, se utilizan fibras como aditivos para prevenir la pérdida de ligante durante el transporte y la aplicación y garantizar la estabilidad del betún. Estos sistemas son preferibles en carreteras con cargas de tráfico intensas y repetidas, ya que ofrecen una mayor resistencia (Selsal, Karakas y Sayin, 2022).

Granulometría

MTC (2013), Nos indica que, se deberá combinar diversas fracciones de materiales agregados, incluyendo el agregado mineral, con adecuadas proporciones para garantizar que lo resultante se adapte a las especificaciones como las del tamaño de partícula establecidas en la Tabla 2.3. Los análisis se realizarán conforme a la normativa denominada MTC E 204.

Los SMA contienen una alta proporción de áridos gruesos, lo que permite lograr un contacto directo entre las piedras en la mezcla. Esta conexión se logra a través del esqueleto de árido grueso, el cual otorga resistencia al asfalto. Como se puede observar en la tabla líneas más abajo se refiere a los criterios relacionados con las dimensiones de las partículas para una mezcla SMA (Selsal et al. 2022).

Tabla 2.3. *Parámetros de tamaño de partículas para Stone Mastic Asphalt (SMA).*

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tamaño máximo 20 mm	Tamaño máximo 12.5 mm	Tamaño máximo 10 mm	Tamaño máximo 5 mm
25,0 mm 1"	100			
19,0 mm ¾"	90-100	100		
12,5 mm ½"	45-60	90-100	100	
9,5 mm 3/8"	30-45	60 máx.	90-100	
6,3 mm ¼"				100
4,75 mm N.º 4	30-40	30-40	26-60	90-100
2,5 mm N.º 8	20-27	20-27	20-28	30-40
75 µm N.º 200	9-13	9-13	9-13	9-13

Fuente. MTC (2013).

Vacíos llenos de asfalto

El tanto por ciento de los espacios vacíos en el agregado mineral que son ocupados por el cemento asfáltico, excluyendo al que es absorbido, se caracteriza por contar con una alta proporción de material pétreo grande y una menor cantidad de material fino. Estos espacios llenos de asfalto son el resultado de una distribución adecuada de los componentes en la mezcla y se logran mediante la utilización de una gran cantidad de agente bituminoso (Garnica et al. 2005).

Ecurrimiento del ligante

Las mezclas SMA, por lo general, contienen una cantidad excesiva de ligante en relación a su superficie específica. Esto presenta un problema importante: el goteo del ligante. Una vez que la mezcla sale de la máquina mezcladora y durante su almacenamiento, transporte, extendido y compactación, el asfalto adicional tiende a

escurrirse, lo que resulta en dos consecuencias graves: la pérdida de una parte del componente más costoso del pavimento asfáltico, y la reducción de los parámetros esperados de la mezcla, debido al contenido menor de ligante previsto (Lanchas et al. 2013).

2.2.5. Desempeño de pavimentos flexibles

El desempeño de los pavimentos se refleja en su capacidad para resistir deformaciones o grietas, ya sea debido a temperaturas extremas o a la fatiga generada por las condiciones operativas. Esta evaluación se lleva a cabo mediante una variedad de ensayos y, en algunos casos, mediante simulaciones a corto y largo plazo. Estas pruebas y simulaciones proporcionan una visión integral de cómo el pavimento enfrenta las tensiones y las cargas a lo largo del tiempo, permitiendo una evaluación más completa de su durabilidad y resistencia a condiciones adversas (Crespin, Santa Cruz y Torres, 2012).

Por consiguiente, una forma de anticipar el desempeño de los pavimentos es por medio del ensayo Marshall, donde se logra obtener los subsiguientes parámetros:

Estabilidad

La estabilidad, trata de la idoneidad de las mezclas asfálticas para soportar cambios permanentes en su forma cuando es sometido a cargas repetidas de vehículos en circulación. La prueba Marshall, reconocida bajo el estándar MTC E 504, se emplea para cuantificar la estabilidad. En este procedimiento, se comprime y carga una muestra de la mezcla asfáltica para evaluar su resistencia y su capacidad de deformación (MTC, 2013).

Flujo

Hace referencia a la idoneidad que presenta la mezcla para experimentar una modificación plástica logrando de ese modo desplazarse cuando se somete a cargas. La adecuada fluidez es crucial para prevenir grietas y deformaciones en el pavimento. Esta cualidad se analiza mediante pruebas como la de estabilidad, y su valor debe estar en el rango del 90 % al 110 % referente al resultado que se obtuvo en la mezcla que ha sido aprobada (MTC, 2013).

Relación estabilidad/flujo (rigidez)

Es la división de la estabilidad (kg) y del flujo (cm), cuyo rango de aceptación se encuentra entre 1700 a 4000 kg/cm de acuerdo a lo establecido en el MTC (2013) tanto para las mezclas asfálticas para un tráfico ligero, medio o alto.

Desgaste

Se analiza empleando el equipo Los Ángeles, el cual somete las muestras de la mezcla a un proceso repetitivo de abrasión y choque, emulando las condiciones de desgaste que el pavimento experimenta debido al tráfico y otros elementos. Los resultados de esta prueba ofrecen información relevante sobre la idoneidad de resistir el desgaste superficial de la mezcla, lo cual es esencial para anticipar su tiempo de uso y su comportamiento en situaciones reales de carretera (MTC, 2016).

2.3. Marco conceptual

Vacios en el agregado mineral. – Referido al espacio intersticial presente entre los agregados tiene la finalidad de permitir la penetración del asfalto, y cuando dicho espacio es más amplio, se logra un mayor ingreso de película de asfalto, resultando en una mezcla más resistente y perdurable (Cerrón y Valdivia, 2019).

Filler. - El material de relleno mineral debe componerse de sustancias minerales finamente trituradas, como finos triturados y cenizas volantes. Al ser utilizado, debe encontrarse en un estado lo bastante seco como para fluir con libertad y, fundamentalmente, exento de aglomeraciones (De la Cruz, 2019).

Módulo resiliente. - Los materiales que conforman los pavimentos experimentan cargas dinámicas de diferentes magnitudes transferidas debido al tráfico, buscando considerar el índole repetitivas de las cargas que impactan en relación a los materiales que constituyen la estructura del pavimento, así como la respuesta no lineal y resiliente de estos materiales (Gelí, 2021).

Asfalto. - El pavimento está compuesto por una sustancia adhesiva sólida o viscosa que se vuelve más flexible a medida que aumenta la temperatura (Cerrón y Valdivia, 2019).

Cemento asfáltico. - Es generado mediante el proceso de destilación por medio de vapor de aquellos componentes más densos obtenidos durante el curso de descomposición, buscando alcanzar determinada estabilidad deseable (Gelí, 2021).

Emulsión asfáltica. - El producto en cuestión es una mezcla bituminosa que contiene cemento asfáltico, agua y un agente emulsificante. Que al interactuar con el material pétreo, provoca una desestabilización trayendo consigo su ruptura, permitiendo que ciertas partículas de asfalto se adhieran a su superficie (MTC, 2013).

Módulo elástico. - Las máximas deformaciones que ocurren en una carretera al instalar una superficie que se genera en los diferentes rangos de interacción un sistema multicapa que es elástico, compuesto desde dos hasta un total de seis capas, y que se caracteriza por su grosor (González, Melo y Rodríguez, 2019).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

En este capítulo, se ha logrado plantear como hipótesis general:

Existe una diferencia significativa del desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo 2023.

3.2. Hipótesis específicas

En los siguientes numerales se consigna cada una de las hipótesis específicas planteadas, que dan respuesta a los problemas de la investigación:

1. Existe una diferencia significativa entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.
2. Existe una variación significativa de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.
3. Existe una diferencia significativa de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.
4. Existe una variación significativa de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos. – Se refiere a la combinación de diferentes tipos de materiales asfálticos con propiedades de elasticidad distintas para crear una mezcla de pavimento que cumpla con ciertos requisitos de diseño y rendimiento en una carretera o superficie de pavimento, con el objetivo de mejorar la durabilidad y el comportamiento del pavimento bajo diversas condiciones de tráfico y climáticas (Rondón y Reyes, 2015).

Variable dependiente (Y): Desempeño de pavimentos flexibles. Se refiere al rendimiento o funcionamiento de la capa de mezcla asfáltica en un pavimento o carretera, en cuenta a su resistencia y durabilidad (Rondon y Reyes, 2015).

3.3.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos. – La mezcla asfáltica en caliente (MAC) se diseñó en concordancia al Marshall (MTC E 504). Mientras que, para la SMA se diseñó también con la compactación Marshall para 50 golpes.

Variable dependiente (Y): Desempeño de pavimentos flexibles. – La estabilidad, flujo y relación estabilidad/flujo (rigidez) fueron medidas por el ensayo Marshall, mientras que el desgaste por medio de la abrasión Los Ángeles.

3.3.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables, se consignan en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala de medición
Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos	Se refiere a la combinación de diferentes tipos de materiales asfálticos con propiedades de elasticidad distintas para crear una mezcla de pavimento que cumpla con ciertos requisitos de diseño y rendimiento en una carretera o superficie de pavimento, con el objetivo de mejorar la durabilidad y el comportamiento del pavimento bajo diversas condiciones de tráfico y climáticas (Rondón y Reyes, 2015)	La mezcla asfáltica en caliente (MAC) se diseñará de acuerdo al Marshall (MTC E 504). Mientras que, la SMA se diseñará también con la compactación Marshall para 50 golpes.	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	Estabilidad	kN	Razón
				Flujo	0.25 mm	Razón
				Vacíos	%	Razón
				Vacíos en el agregado mineral	%	Razón
				Relación polvo asfalto	Adimensional	Razón
				Relación estabilidad flujo	kg/cm	Razón
				Resistencia conservada	%	Razón
				Módulo elástico	MPa	Razón
			Stone Mastic Asphalt (SMA)	Estabilidad	kN	Razón
				Flujo	0.25 mm	Razón
				Vacíos	%	Razón
				Vacíos en el agregado mineral	%	Razón
				Vacíos llenos de asfalto	%	Razón
				Escurrecimiento de ligante	%	Razón
Módulo elástico	MPa	Razón				
Desempeño de pavimentos flexibles	Se refiere al rendimiento o funcionamiento de la capa de mezcla asfálticas en un pavimento o carretera, en cuanto a su resistencia y durabilidad (Rondon y Reyes, 2015).	La estabilidad y flujo se medirá por el ensayo Marshall, mientras que el desgaste por medio de la abrasión Los Angeles.	Estabilidad	Carga	kN	Razón
			Flujo	Razón de correlación	Adimensional	Razón
			Rigidez (Estabilidad/flujo)	Flujo	0.25 mm	Razón
				Estabilidad/flujo	kg/cm	Razón
			Desgaste	Masa inicial de probeta	g	Razón
				Masa final de probeta	g	Razón

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

En concordancia con Hernández et al. (2014), el método investigativo que destaca es el método científico, pues señala la manera en la que el investigador llevará a cabo su trabajo, teniendo parámetros que garanticen la confiabilidad de los resultados alcanzados.

En consecuencia, se utilizó el método científico, dado que esta investigación consideró cierta secuencia de lineamientos organizados, iniciando con el planteamiento de problema al haber identificado una necesidad respecto a la calidad de las vías de pavimento flexible, el planteamiento de los objetivos a fin de organizar el trabajo de la investigación, las hipótesis establecidas en función de los antecedentes, la experimentación para lograr obtener y detallar cada una de las características de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) y la coalescencia entre MAC y la SMA (del inglés “masilla asfáltica de piedra”), para finalmente llegar a contrastar cada uno de los supuestos de las hipótesis y así obtener las conclusiones.

4.2. Tipo de investigación

Según explica Borja (2016), tiene que ver con el objetivo que maneja el investigador con su trabajo. Así, una investigación del tipo aplicada es aquella cuyo fin está en la aplicación de la teoría respecto a determinado tema dentro de un campo de estudio para actuar en la solución de un problema de la realidad.

En consecuencia, esta investigación muestra una naturaleza aplicada puesto que en su desarrollo se aplicó los conocimientos teóricos respecto a las MAC y a las SMA para la

conformación de vías de pavimento flexible en coincidencias con normativas y solicitudes vigentes del Perú.

4.3. Nivel de investigación

Bernal (2010), explica en el campo de la investigación, el nivel tiene que ver con la amplitud del estudio. En esa línea, una investigación de nivel explicativo pues se anhela estudiar los aspectos que causan y producen los efectos entre las variables.

Dado lo descrito previamente, esta tesis fue desarrollada en un nivel explicativo, debido a que fueron estudiadas las características de la MAC, la SMA y la coalescencia de MAC y SMA.

4.4. Diseño de la investigación

Hernández et al. (2014) describe que, en la índole investigativa, el diseño tiene que ver con la estrategia del que realizar la investigación para obtener aquellas características de las variables.

Esta tesis, fue desarrollada bajo un diseño experimental, ya que fueron analizadas las diferencias presentadas en el desempeño del pavimento flexible producidos por una MAC, una SMA y una coalescencia entre MAC y SMA, considerando a la MAC como mezcla patrón.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Correspondió a las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos (MAC, SMA y la coalescencia de MAC-SMA) destinadas a soportar un alto tránsito.

4.5.2. Muestra

La selección de la muestra se llevó a cabo por medio de los lineamientos del método no probabilístico, específicamente el intencional, lográndose obtener así un total de 77 especímenes (briquetas) de mezcla asfáltica de diferentes módulos elástico (MAC, SMA y coalescencia de MAC-SMA).

Por consiguiente, se tiene la siguiente distribución de la cantidad que conformó la muestra para el proceso investigativo, para cada uno de los ensayos considerados:

Tabla 4.1. *Muestra de la investigación.*

Mezcla asfáltica	Cantidad de cemento asfáltico	Número de briquetas		
		Para ensayo Marshall	Para ensayo Cantabro	Para ensayo de tracción indirecta (módulo elástico)
MAC	5%	3		
	5.50%	3		
	6%	3		
	6.30%	3	4	6
	6.50%	3		
	7%	3		
	7.50%	3		
SMA	5%	3		
	5.50%	3		
	6%	3		
	6.50%	3		
	6.87%	3	4	6
	7%	3		
MAC-SMA	6.3% y 6.87 %	5	4	6
	Total	47	12	18

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Son referidas a la manera por la cual el investigador pretende obtener datos respecto a las características y comportamiento de la variable en estudio. Como una de las principales técnicas destaca la observación, pero no como una acción que implicar solamente la visión, sino a la percepción atenta con todos los sentidos de los componentes analizados (Hernández et al., 2014).

La observación directa fue utilizada como técnica para lograr la recolección de los datos, sirviendo para obtener la información precisa respecto a la caracterización de las cualidades y comportamiento de las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos como la MAC, SMA y la coalescencia de MAC y SMA, y el desempeño de estos en vías de pavimento flexible.

Asimismo, se consideró el análisis documental, pues se recabó información proveniente de los manuales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, además de las Normas Técnicas Peruanas.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se conoce que los instrumentos para recolectar aquella información relevante estarán conformados por todas aquellas herramientas mediante las cuales el investigador se apoyará para que los datos que obtenga tengan determinado orden y faciliten su interpretación para los siguientes pasos del estudio (Palella y Martins, 2012).

En la presente investigación los instrumentos correspondieron a los equipos e instrumentos propiamente dichos, suficientes para llevar a cabo los ensayos de mezclas asfálticas en el laboratorio de pruebas, pues estos se encuentran parametrizados por normas internacionales y a nivel nacional por el MTC (2016) en su Manual de ensayo de materiales y por el INACAL (2022) mediante cada una de sus respectivas Normas Técnicas Peruanas, asimismo, se optó con una ficha donde se anotó cada uno de los valores que se obtengan.

Confiabilidad

En cuanto a la confiabilidad, se tiene que se aseguró por medio de las siguientes buenas prácticas:

- Calibración del equipo: Se solicitó que el equipo esté calibrado y funcionando correctamente antes de realizar las mediciones.
- Capacitación del personal: El personal encargado fue capacitado para la ejecución de los ensayos y se contará con supervisión del mismo.
- Procedimientos estandarizados: Se siguió los protocolos estandarizados para llevar a cabo la experimentación de acuerdo a normas internacionales (ASTM) y a nivel nacional por el MTC (2016) en su Manual de ensayo de materiales y por el INACAL (2022) mediante cada una de sus respectivas Normas Técnicas Peruanas.
- Duplicación de registros: Para verificar la consistencia de los datos se realizó varias mediciones o repeticiones de cada una de las propiedades medidas.

Validez

Se determinó si el instrumento es válido o no, de acuerdo al juicio de expertos de las fichas donde se anotaron cada una de los valores que se obtuvieron con el uso

de los equipos de laboratorio, así se procedió a la aplicación de la V de Aiken, cuya interpretación se da por:

Tabla 4.2. *Valores de interpretación de la V de Aiken.*

V de Aiken	Interpretación
0.00 - 0.79	Débil
0.80 - 0.89	Aceptable
0.90 - 1.00	Fuerte

Así, se logró obtener que el valor promedio de acuerdo a la perspectiva de cada uno de los expertos fue de 0.90, representando que existe una representación fuerte en lo que se desea medir con las fichas que permitieron recolectar los datos. Ante ello se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4.3. *Evaluación del instrumento por medio del juicio de expertos.*

Ítem	Expertos			Promedio de acuerdo
	E 1	E 2	E3	
1	0.9	0.95	0.9	0.92
2	0.85	0.84	0.85	0.85
3	0.9	0.92	0.95	0.92
4	0.95	0.95	0.95	0.95
5	0.9	0.95	0.95	0.93
6	0.9	0.85	0.85	0.87
7	0.85	0.92	0.9	0.89
8	0.95	0.91	0.9	0.92
9	0.8	0.89	0.9	0.86
10	0.95	0.85	0.9	0.90
	Promedio			0.90
	Interpretación			Fuerte

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se logró ejecutar con ayuda de gráficos y tablas elaborados en hojas de cálculo de la aplicación de Microsoft Excel, a partir de la importación de la información obtenida como resultado de la experimentación en el laboratorio de asfalto. Subsecuentemente, se inició con analizar los datos, iniciando con el análisis estadístico descriptivo, también por hojas de cálculo de Microsoft Excel, determinando el promedio, desviación estándar y comparando cada uno de los parámetros evaluados de los diferentes especímenes de MAC, SMA y de la coalescencia de MAC y SMA, finalmente, se desarrolló el análisis estadístico inferencial con el uso de la aplicación IBM SPSS Statistics, determinando el tipo de distribución de los datos

y, a continuación, verificando la significancia de las diferencias en el desempeño del pavimento flexible.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Cuando se recolectó los datos del estudio no se afectó a ningún involucrado, menos al medio ambiente, asegurando de esa manera la integridad del entorno. En cuanto a los resultados, estos no han sido manipulados deliberadamente, dando fe así de la contribución a la comunidad científica.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

5.1.1. Propiedades de los agregados

En el proceso de esta investigación, se adquirieron agregados de la cantera 3 de Diciembre, la misma que es ubicada geográficamente entre el distrito de 3 de Diciembre y Huamancaca, ambos pertenecientes a la provincia de Chupaca, como se ilustra en:

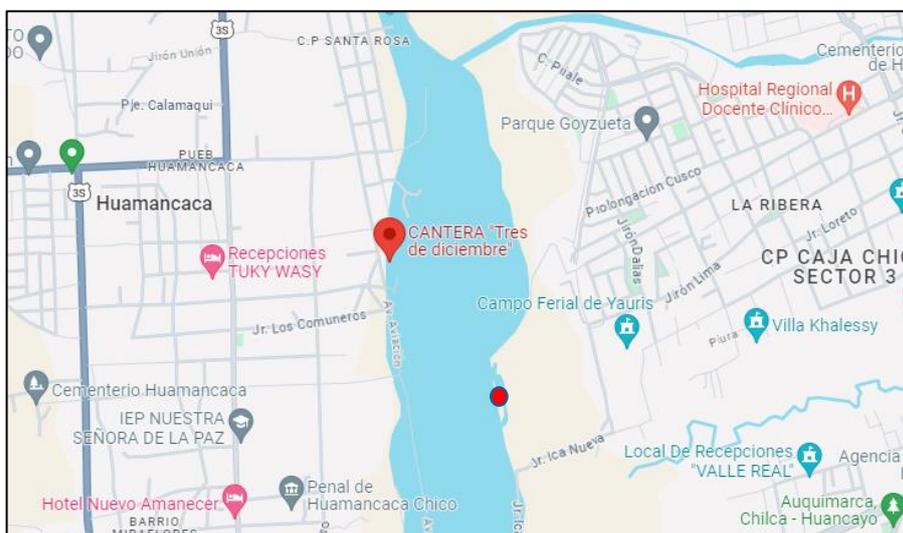


Figura 5.1. Ubicación de la cantera de donde se consideró los agregados.

Fuente: Alphabet Inc. (2023).

Consecuentemente se procedió a caracterizarlo, tal como se puede observar en la Tabla 5.1, tanto al agregado fino y agregado grueso, donde se destaca las diferentes propiedades como adhesividad, partículas chatas y alargadas, azul metileno, abrasión, número de caras fracturadas, equivalente de arena, densidad relativa, absorción, impurezas

orgánicas, los límites de consistencia como límite líquido y plástico, el índice de plasticidad, entre otros:

Tabla 5.1. *Propiedades físicas y químicas de los agregados finos y gruesos.*

Propiedades	Agregado	
	Fino	Grueso
Adhesividad de los ligantes bituminosos (índice)	9	
Inalterabilidad por medio de sulfato de sodio o sulfato de mangesio (%)	8.9	0.7
Partículas chatas y alargadas (%)		9.12
Azul metileno	5.1	
		5.5
Abrasión (%)		21
Una cara fracturada (%)		97
Dos o más caras fracturadas (%)	81	
Equivalente de arena (%)	74	
Densidad relativa (g/cm ³)	2.56	2.549
Absorción (%)	1.7	0.73
Impurezas orgánicas	2 a 3	
Límite líquido (%)	NP	
Límite plástico (%)	NP	
Índice de plasticidad (%)	NP	
Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 (%)	1.25	1.13
Contenido de sales solubles (PPM)	563	350.4
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables (%)	0.44	0.46

5.1.2. Granulometría de los agregados

Agregado fino y grueso para la MAC

En el cuadro subsiguiente se exhibe la distribución granulométrica del agregado fino, lo que se refiere a lo acumulado y pasante porcentual, donde se destaca que el primer retenido se dio en el tamiz N° 4.

Tabla 5.2. *Granulometría del agregado fino para la MAC.*

Aberturas cuadradas		Masa retenida (g)	Parcial retenido (%)	Acumulado (%)	
Tamiz	mm			Acumulado (%)	Que pasa (%)
5"	125	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	90	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	5.00	0.70	0.70	99.30
N° 10	2	86.00	12.04	12.74	87.26
N° 40	0.425	314.00	43.97	56.71	43.29
N° 80	0.18	226.99	31.78	88.49	11.51
N° 200	0.075	79.95	11.19	99.68	0.32
Fondo		2.25	0.32	100.00	-

Ante ello, para una mejor comprensión, en la siguiente figura se considera cómo se distribuye granulométricamente los agregados finos correspondientemente, desde el tamiz de 5" hasta el tamiz N° 200:

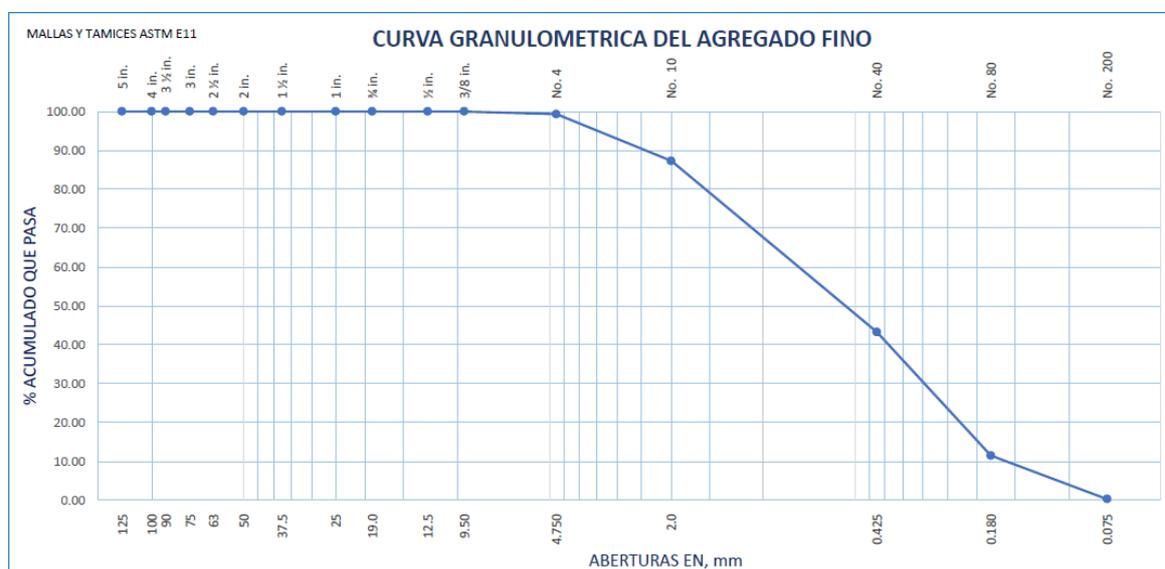


Figura 5.2. Distribución granulométrica del agregado fino para la MAC.

Lo que refiere al agregado grueso para la mezcla asfáltica convencional, en la tabla que se muestra a continuación, donde la primera masa retenida se dio en el tamiz con una abertura de 12.5 mm, continuando hasta el tamiz N° 10.

Tabla 5.3. Granulometría del agregado grueso para la MAC.

Aberturas cuadradas		Masa retenida (g)	Parcial retenido (%)	Acumulado (%)	
Tamiz	mm			Acumulado (%)	Que pasa (%)
5"	125	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	90	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	990.00	16.82	16.82	83.18
3/8"	9.5	1825.00	31.01	47.83	52.17
N° 4	4.75	1780.00	30.25	78.08	21.92
N° 10	2	1290.00	21.92	100.00	0.00
N° 40	0.425	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 80	0.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo		0.00	0.00	100.00	-

Su distribución granulométrica, es considerada en la Figura 5.3, donde se evidencia que el primer retenido se da desde 1/2" continuando hasta el tamiz N° 10, mientras que en los demás tamices se retiene el material:

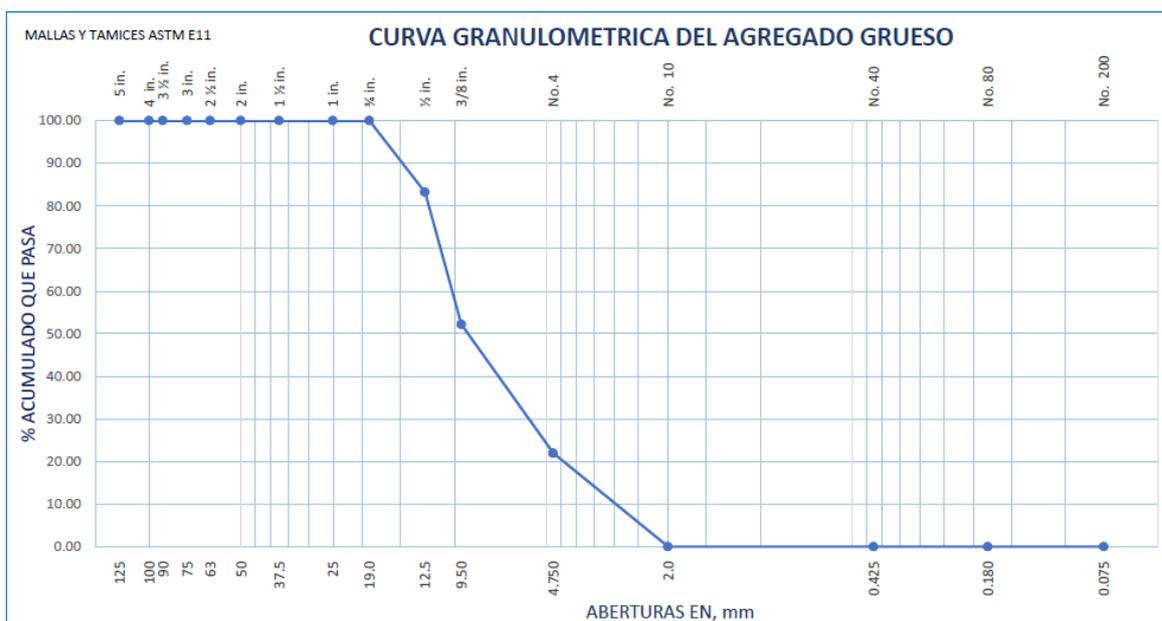


Figura 5.3. Granulometría del agregado grueso para la MAC.

Combinación de agregados para la MAC

La tabla subsiguiente detalla la granulometría cuando se combinó a los agregados, donde se destaca que el agregado grueso representa el 56 %, el agregado fino es 39 %, mientras que, el filler es 5 %, asimismo, se destaca que el agregado combinado presenta el primer retenido desde el tamiz de 1/2" continuando hasta el tamiz N° 200:

Tabla 5.4. Combinación de agregados para la MAC.

Tamiz	Aberturas cuadradas mm	Que pasa (%)			Agregado grueso (56 %)	Agregado fino (39 %)	Filler (5 %)	Combinación (%)
		Agregado grueso	Agregado fino	Filler				
5"	125	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
4"	100	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
3 1/2"	90	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
3"	75	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
2 1/2"	63	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
2"	50	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
1 1/2"	37.5	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
1"	25	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
3/4"	19	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
1/2"	12.5	83.18	100.00	100.00	46.58	39.00	5.00	90.58
3/8"	9.5	52.17	100.00	100.00	29.22	39.00	5.00	73.22
N° 4	4.75	21.92	99.30	100.00	12.28	38.73	5.00	56.00
N° 10	2	0.00	87.26	100.00	0.00	34.03	5.00	39.03
N° 40	0.425	0.00	43.29	100.00	0.00	16.88	5.00	21.88
N° 80	0.18	0.00	11.51	100.00	0.00	4.49	5.00	9.49
N° 200	0.075	0.00	0.32	100.00	0.00	0.12	5.00	5.12

En la siguiente figura se logra observar que la granulometría de la combinación de los agregados se encuentra dentro de los límites para ser empleados para la MAC.

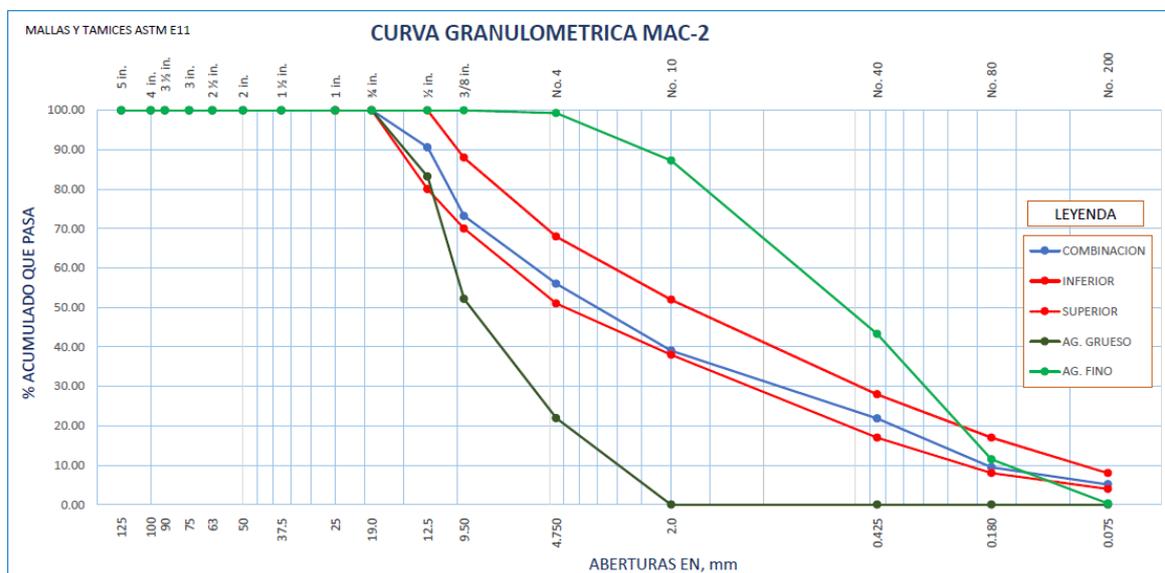


Figura 5.4. Combinación de los agregados para la elaboración de MAC.

Granulometría del agregado fino y grueso para la SMA

A continuación, se observa la granulometría del agregado que se considera como fino que se empleó en la elaboración de la SMA, donde se destaca que el primer retenido se da en el tamiz N° 10 procediendo hasta el tamiz N° 200.

Tabla 5.5. Granulometría del agregado fino para la SMA.

Aberturas cuadradas		Masa retenida (g)	Parcial retenido (%)	Acumulado (%)	
Tamiz	mm			Acumulado (%)	Que pasa (%)
5"	125	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	90	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2	263.00	24.58	24.58	75.42
N° 40	0.425	214.00	20.00	44.58	55.42
N° 80	0.18	226.99	21.22	65.80	34.20
N° 200	0.075	179.95	16.82	82.62	17.38
Fondo		186.00	17.38	100.00	-

La representación gráfica de la distribución granulométrica del agregado fino considerado para la SMA se muestra en la siguiente figura, donde se corrobora las cantidades mencionadas en la tabla anterior:

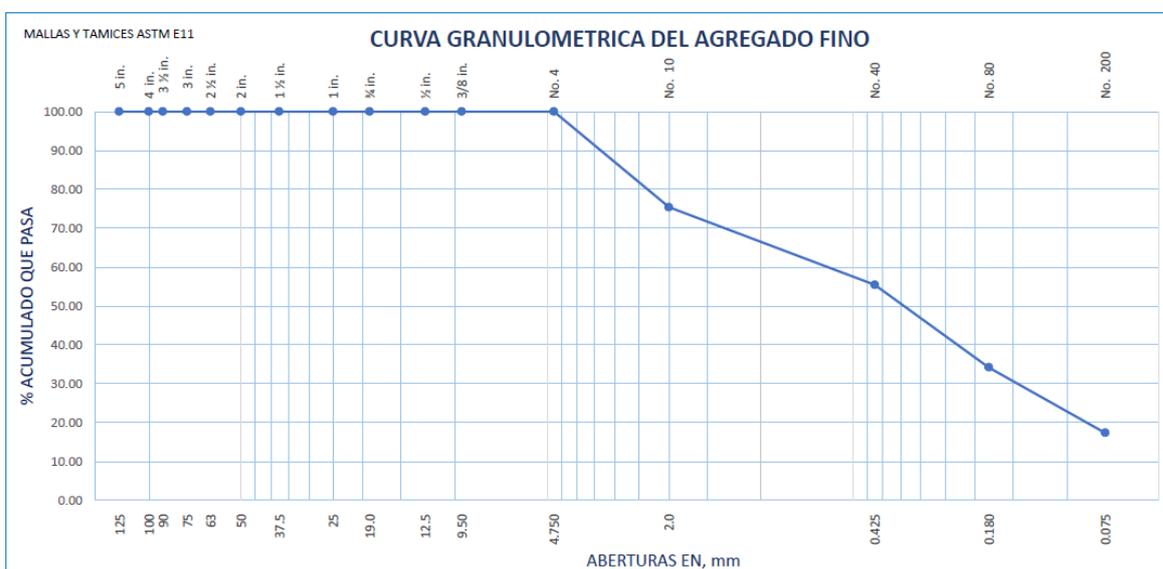


Figura 5.5. Granulometría del agregado fino para la SMA.

En cuanto al análisis granulométrico del agregado grueso, este es detallado en la siguiente tabla, donde se considera los materiales retenidos y pasantes correspondientemente, destacando que el primer retenido se da en el tamiz de 1/2" y el último retenido se da en el tamiz considerado como N° 10:

Tabla 5.6. Granulometría del agregado grueso para la SMA.

Aberturas cuadradas		Masa retenida (g)	Parcial retenido (%)	Acumulado (%)	
Tamiz	mm			Acumulado (%)	Que pasa (%)
5"	125	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	90	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	550.00	12.36	12.36	87.64
3/8"	9.5	2125.00	47.74	60.10	39.90
N° 4	4.75	1580.00	35.50	95.60	4.40
N° 10	2	196.00	4.40	100.00	0.00
N° 40	0.425	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 80	0.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo		0.00	0.00	100.00	-

La distribución granulométrica del agregado grueso que se empleó para la elaboración de la SMA, se consigna en la Figura 5.6, donde el acumulado pasante se encuentra dentro de los tamices de ½” hasta el N° 10:

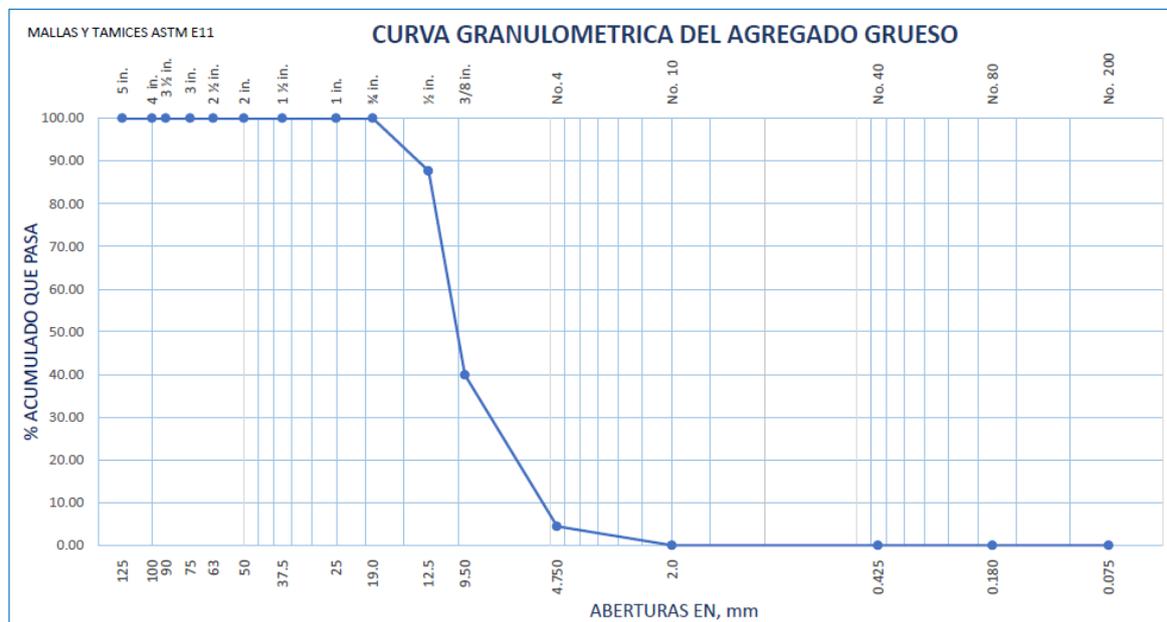


Figura 5.6. Granulometría del agregado grueso para la SMA.

Combinación de agregados para la SMA

Para la combinación de los agregados a emplearse en la SMA, se consideró 70 % de agregado conocido como grueso, 24 % de agregado especificado como fino y 6 % de filler, tal como se procede a detallar en la siguiente tabla:

Tabla 5.7. Combinación de agregados para la SMA.

Tamiz	Aberturas cuadradas mm	Que pasa (%)			Agregado grueso (70%)	Agregado fino (24 %)	Filler (6 %)	Combinación (%)
		Agregado grueso	Agregado fino	Filler				
5"	125	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
4"	100	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
3 1/2"	90	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
3"	75	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
2 1/2"	63	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
2"	50	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
1 1/2"	37.5	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
1"	25	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
3/4"	19	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
1/2"	12.5	87.64	100.00	100.00	61.35	24.00	6.00	91.35
3/8"	9.5	39.90	100.00	100.00	27.93	24.00	6.00	57.93
N° 4	4.75	4.40	100.00	100.00	3.08	24.00	6.00	33.08
N° 8	2.5	0.00	75.42	100.00	0.00	18.10	6.00	24.10
N° 40	0.425	0.00	55.42	100.00	0.00	13.30	6.00	19.30
N° 80	0.18	0.00	34.20	100.00	0.00	8.21	6.00	14.21
N° 200	0.075	0.00	17.38	100.00	0.00	4.17	6.00	10.17

La representación de los agregados que fueron combinados, son consignados a continuación en la figura, donde se destaca que la combinación de agregados considerada es idónea para la elaboración de la SMA, pues están dentro de los rangos ya estipulados:

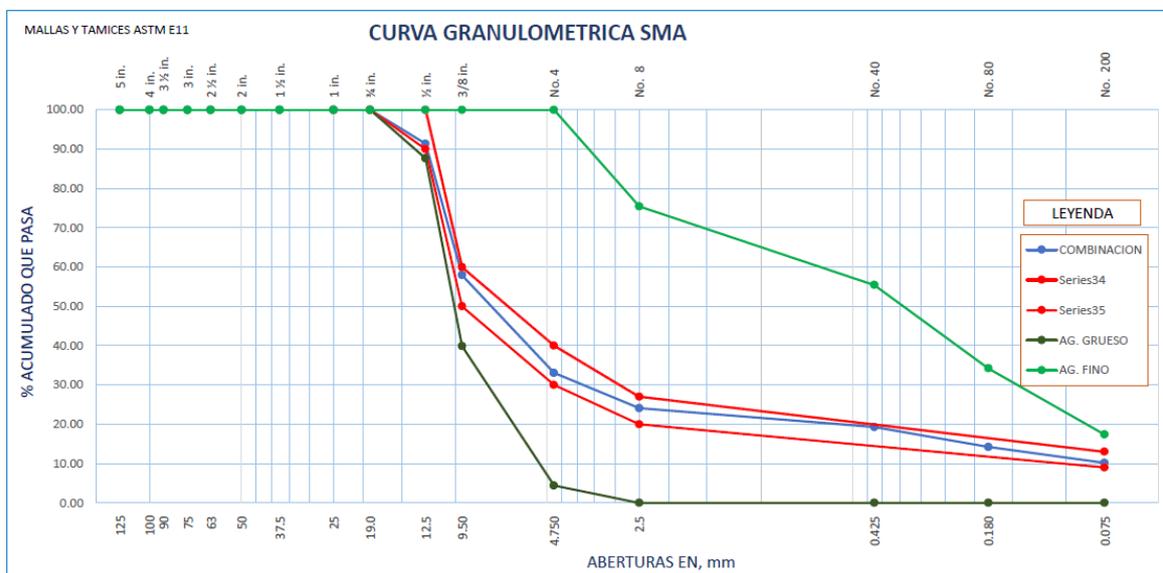


Figura 5.7. Combinación de agregados para la SMA.

5.1.3. Cemento asfáltico

Para el fin que fue elaborar la MAC convencional se consideró el cemento asfáltico que es clasificado como PEN 85/100. Mientras que, para la SMA, en su elaboración, se consideró el cemento asfáltico que estaba modificado con polímero elastómero del tipo estireno-butadieno-estireno (SBS) (BETUTECH IB). En cuanto a sus especificaciones técnicas se consignan en los anexos.

5.1.4. Aditivos

Se consideró el aditivo químico base Amina (ADHESOL 9000) y celulosa de fibra larga fibrilada de color gris (VIATOP), cuyas características también se consignan en sus fichas técnicas adjuntas en los anexos.

Caracterizado cada uno de los componentes de las mezclas se procedió a elaborarlas, partiendo desde la conceptualización de la mezcla asfáltica sin ninguna modificación a la que se denominó como MAC considerándola para un tráfico alto, es decir que se dio 75 golpe por lado, consecuentemente, se tiene a la mezcla asfáltica Stone Mastic Asphalt, que fue llamada como SMA y fue compactada con 50 golpes

por lado y por último a la coalescencia de ambas mezclas, procediendo a considerarla bajo la denominación de MAC-SMA.

5.1.5. Mezcla asfáltica en caliente convencional

De los resultados del ensayo Marshall para la mezcla asfáltica que son mostrados a continuación, referente a la mezcla en caliente convencional, para lo cual se optó por considerar diversas dosificaciones de cemento asfáltico, desde 5 % a 7.5 % con un rango de 0.5 %.

Tabla 5.8. Resultados del ensayo Marshall de la MAC convencional.

Cemento asfáltico (%)	5	5.5	6	6.5	7	7.5
Grava en peso total de la mezcla (%)	53.2	52.92	52.64	52.36	52.08	51.8
Arena en peso total de la mezcla (%)	37.05	36.86	36.66	36.47	36.27	36.08
Filler de la mezcla (%)	4.75	4.73	4.7	4.68	4.65	4.63
Grava en peso total del agregado (%)	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9
Arena en peso total del agregado (%)	41.1	41.1	41.1	41.1	41.1	41.1
Peso específico Bulk de la combinación de agregados	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579
Gravedad específica Bulk de la mezcla compactada	2.046	2.097	2.132	2.139	2.109	2.054
Gravedad específica teórica máxima	2.245	2.243	2.236	2.231	2.213	2.208
Gravedad específica efectiva del agregado	2.394	2.408	2.417	2.428	2.423	2.434
Asfalto efectivo (%)	5.03	5.53	6.03	6.52	7.02	7.52
Vacíos en el agregado mineral en la mezcla compactada (VMA)	24.62	23.14	22.27	22.45	23.92	26.33
Vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM)	8.87	6.49	4.66	4.15	4.7	7.01
Vacíos llenos de asfalto (VFA)	63.96	71.95	79.08	81.51	80.36	73.38
Estabilidad corregida (kg)	966.19	1028.84	1095.54	1113.25	1112.33	1073.24
Flujo (mm)	2.692	2.885	3.104	3.366	3.508	3.677
Estabilidad/flujo (kg/cm)	3589.25	3565.71	3529.44	3307.15	3170.69	2918.41

De la tabla anterior, se procedió a graficar específicas propiedades como el peso unitario, el porcentaje de vacíos en la mezcla compactada (VTM), el porcentaje de vacíos que se encuentra llenado de cemento asfáltico, el porcentaje de vacíos en el agregado mineral, la estabilidad y el flujo por cada una de las dosificaciones de cemento asfáltico.

En consecuencia, de la Figura 5.8 es posible denotar que, debido a la acentuación del contenido de cemento asfáltico, el peso específico de la mezcla asfáltica varía, incrementándose hasta el rango de 6.5 % para luego reducirse al alcanzar 7.5 % de asfalto.

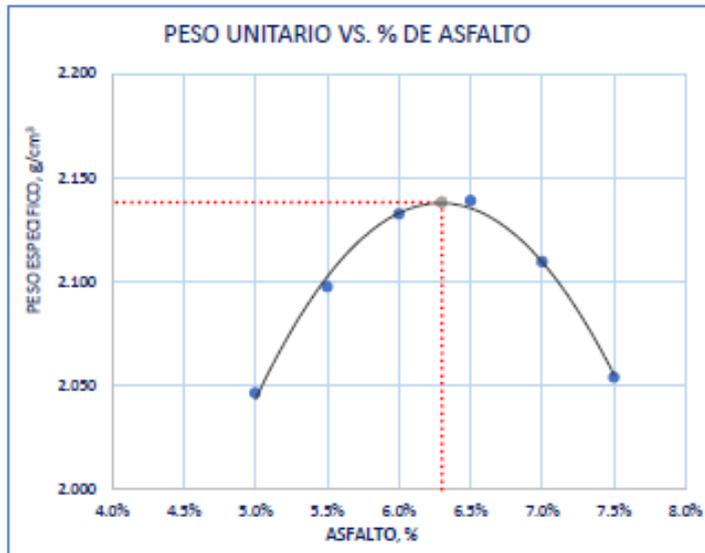


Figura 5.8. Peso unitario vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.

Respecto a los vacíos VTM, se tiene según la Figura 5.9 que al acentuar el contenido del asfalto, se reduce la presencia de los vacíos, aunque se logra destacar que al considerar un contenido de asfalto de 7 % tiende a incrementarse levemente.

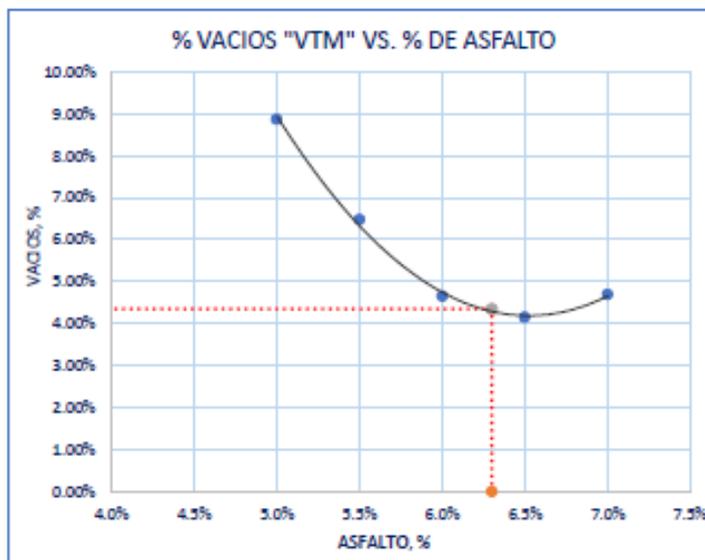


Figura 5.9. Vacíos VTM vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.

Para el cemento asfáltico que se muestra en forma de vacíos, se tiene en concordancia con la Figura 5.10 que al incrementarse el contenido de cemento asfáltico los vacíos llenos de cemento asfáltico también se incrementan, aunque, al considerar 7 % de cemento asfáltico, los vacíos llenos de asfalto tienden a reducirse.

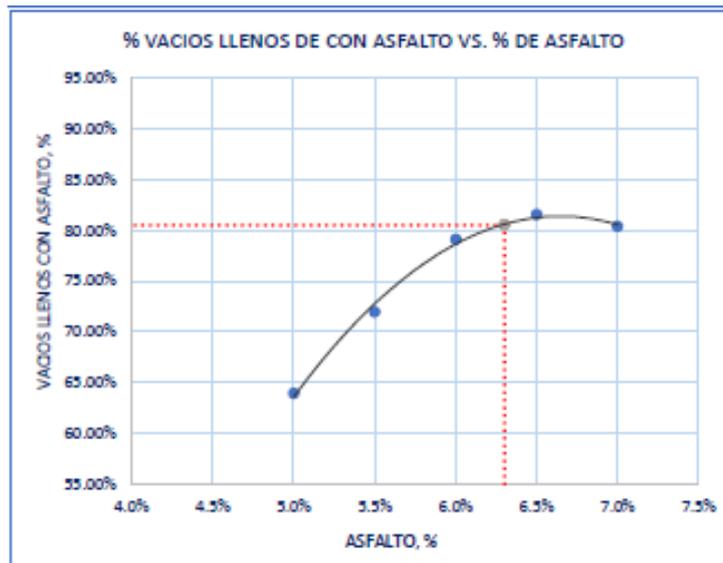


Figura 5.10. Vacíos llenos de asfalto vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.

La Figura 5.11, logra interpretar que los espacios vacíos en el agregado mineral dentro de la mezcla compactada se reducen hasta cuando se considera 6 % de cemento asfáltico, para luego incrementarse en contenidos de cemento asfáltico más elevados.



Figura 5.11. VMA vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.

En la mezcla convencional, la estabilidad, siguiendo la subsecuente figura se interpreta que los mayores valores se dan cuando se considera 6 % a 7 % de asfalto.

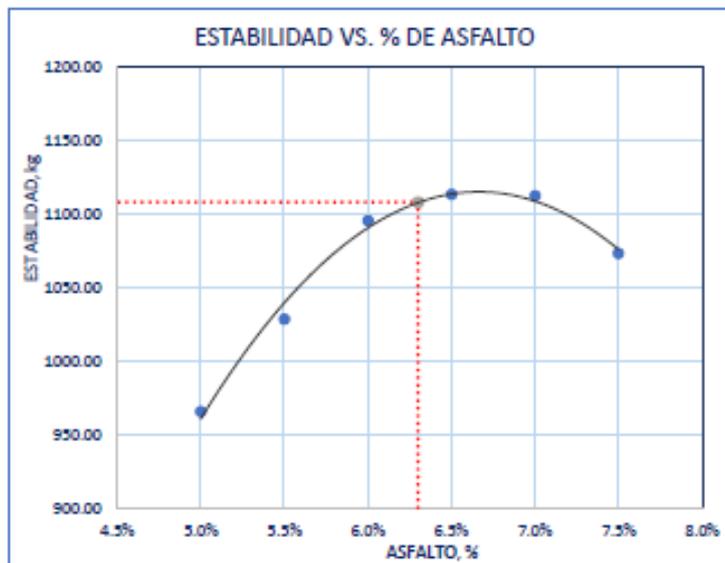


Figura 5.12. Estabilidad vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.

El comportamiento del flujo de la mezcla sin modificación, se denota a continuación, donde se destaca que, a un mayor contenido de cemento asfáltico el flujo se incrementa correspondientemente.

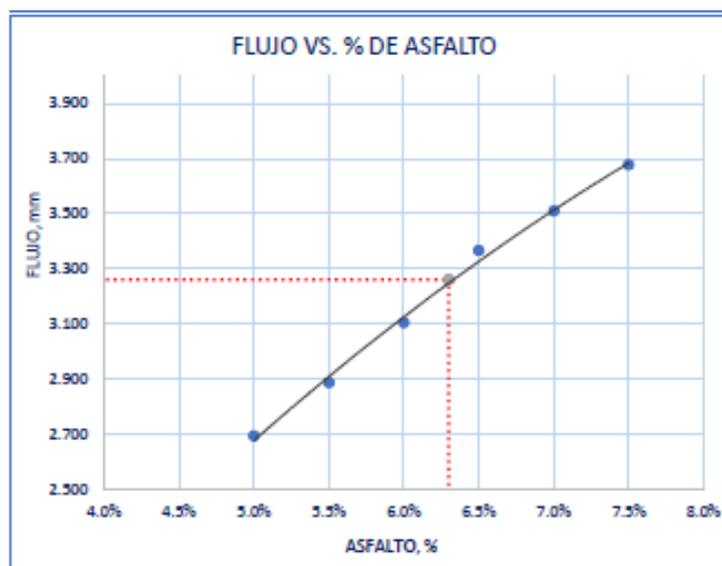


Figura 5.13. Flujo vs contenido de cemento asfáltico en la MAC.

A partir de las anteriores figuras se logró determinar que cemento asfáltico idóneo es 6.30 %, cuyos resultados después de ejecutar el ensayo Marshall para mencionada cantidad, se proceden a detallar a continuación:

Tabla 5.9. Resultados del Marshall de MAC convencional – contenido óptimo.

Cemento asfáltico	6.30%
Grava en peso total de la mezcla (%)	65.87
Arena en peso total de la mezcla (%)	22.58
Filler de la mezcla (%)	5.65
Grava en peso total del agregado (%)	74.5
Arena en peso total del agregado (%)	25.5
Peso específico Bulk de la combinación de agregados	2.587
Gravedad específica Bulk de la mezcla compactada	2.143
Gravedad específica teórica máxima	2.239
Gravedad específica efectiva del agregado	2.431
Asfalto efectivo absorbido (%)	2.54
Asfalto efectivo (%)	6.32
Vacíos en el agregado mineral en la mezcla compactada (VMA)	22.38
Vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM)	4.31
Vacíos llenos de asfalto (VFA)	80.73
Estabilidad corregida (kg)	1106.06
Flujo (mm)	3.223
Estabilidad/flujo (kg/cm)	3431.41

5.1.6. Mezcla asfáltica SMA

De la misma forma que en la mezcla asfáltica convencional, se desarrolló la mezcla SMA, partiendo desde la búsqueda cemento asfáltico recomendable, tanteando desde 5 % al 7.5 % con intervalos de 0.5 %, cuyos productos específicos del ensayo Marshall, son:

Tabla 5.10. Resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica SMA.

Cemento asfáltico	5%	5.50%	6%	6.50%	7%	7.50%
Grava en peso total de la mezcla (%)	66.22	65.87	65.52	65.17	64.82	64.47
Arena en peso total de la mezcla (%)	22.7	22.58	22.46	22.34	22.22	22.1
Filler (%)	5.68	5.65	5.62	5.59	5.56	5.53
Grava en peso total del agregado (%)	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5
Arena en peso total del agregado (%)	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
Peso específico Bulk de la combinación de agregados	2.587	2.587	2.587	2.587	2.587	2.587
Gravedad específica Bulk de la mezcla compactada	2.202	2.239	2.259	2.276	2.289	2.291
Gravedad específica teórica máxima	2.382	2.38	2.376	2.364	2.35	2.33
Gravedad específica efectiva del agregado	2.559	2.577	2.593	2.597	2.601	2.596
Asfalto efectivo (%)	5	5.5	6	6.5	7	7.5
Vacíos en el agregado mineral en la mezcla compactada (VMA)	19.11	18.2	17.89	17.74	17.7	18.07
Vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM)	7.55	5.94	4.92	3.72	2.61	1.67
Vacíos llenos de asfalto (VFA)	60.47	67.37	72.51	79.04	85.26	90.74
Estabilidad corregida (kg)	1105.01	1183.43	1223.3	1280.52	1293.26	1267.19
Flujo (mm)	2.391	2.603	2.769	3.113	3.579	3.806
Estabilidad/flujo (rigidez) (kg/cm)	4622.14	4545.67	4417.51	4113.07	3613.21	3329.89

A razón de la Tabla 5.10 se representó gráficamente los cambios de diversas características de la mezcla SMA respecto a un contenido óptimo de cemento asfáltico.

Ante ello, en la siguiente figura (peso unitario), es posible visualizar que en la mezcla SMA, al incrementarse el contenido de cemento asfáltico, se acentúa también tal propiedad.



Figura 5.14. Peso unitario vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.

En relación de los vacíos VTM, se logra interpretar que, al incrementarse el contenido asfalto en la mezcla SMA, se reduce el contenido de vacíos VTM.

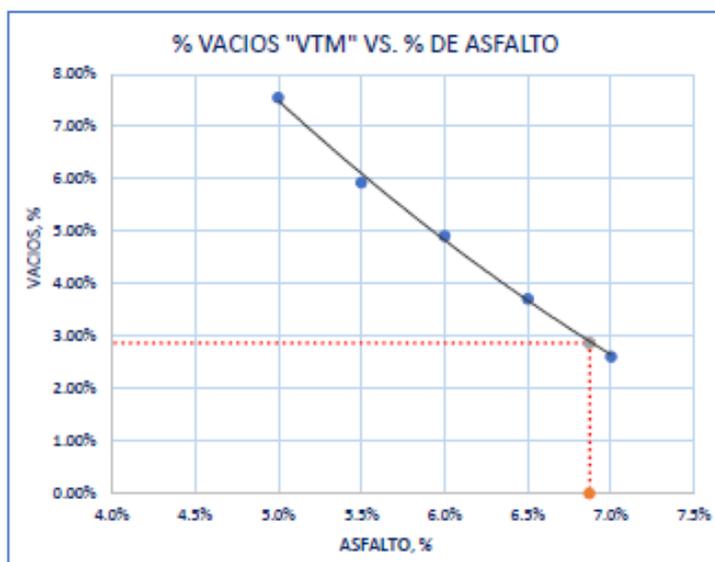


Figura 5.15. Vacíos VTM vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.

Un comportamiento similar al de la mezcla convencional se encontró en los vacíos llenos de cemento asfáltico de la SMA que, ante un mayor contenido de

cemento asfáltico se tienen un incremento lineal de los vacíos llenos de cemento asfáltico.

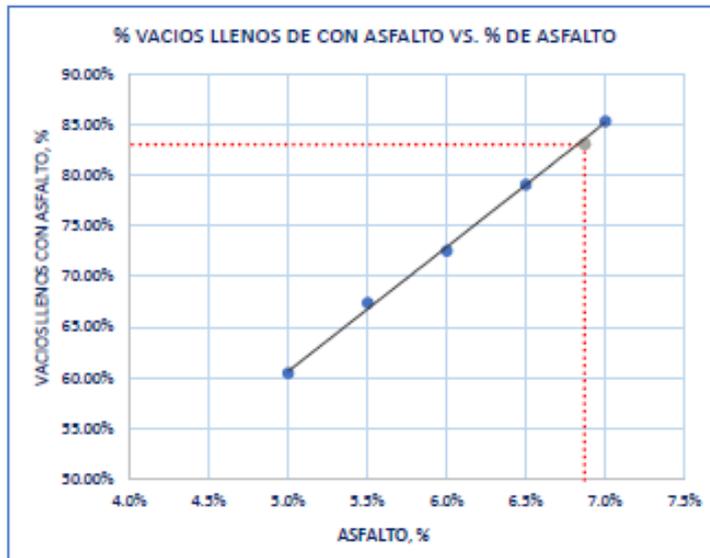


Figura 5.16. Vacíos llenos de asfalto vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.

Respecto a los vacíos que suelen presentarse en el agregado mineral en la mezcla compactada en la mezcla SMA, conocida como VMA, tendió a reducirse a medida que se logra observar el incremento del contenido de cemento asfáltico en la mezcla:

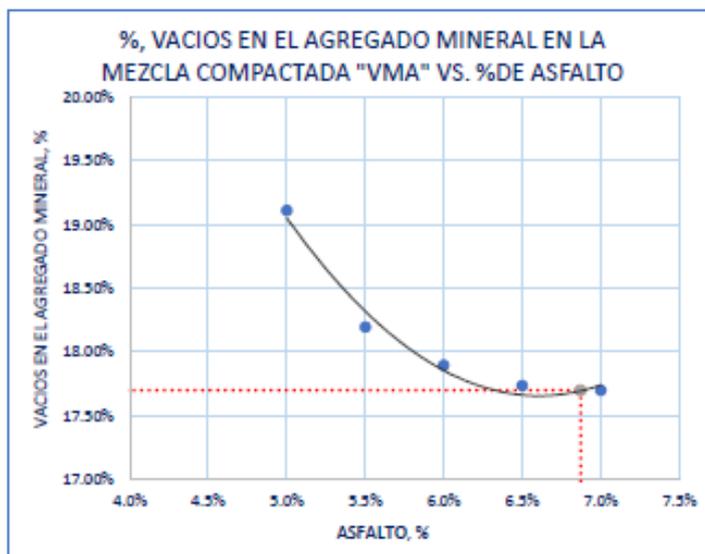


Figura 5.17. VMA vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.

Respecto a la estabilidad de la mezcla SMA, se tiene de acuerdo a la Figura 5.18 que al considerar una presencia del contenido de cemento asfáltico desde 5 %

hasta 7 %, esta característica crece relativamente, sin embargo, de optarse por 7.5 % de cemento asfáltico se reduce.

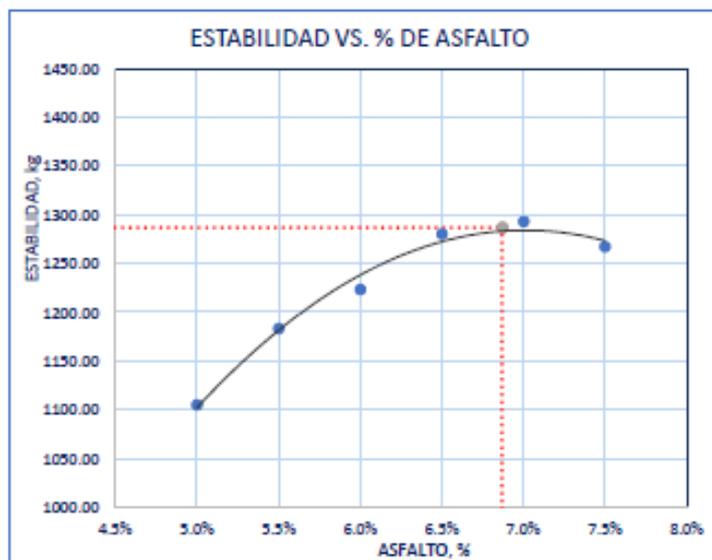


Figura 5.18. Estabilidad vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.

Se tiene el flujo de la mezcla SMA, donde a partir de lo representando en la siguiente figura, donde un mayor contenido de cemento asfáltico trae consigo un mayor flujo de la mezcla, siendo el mayor valor con 7 % de cemento asfáltico, según la representación que se tiene a continuación:

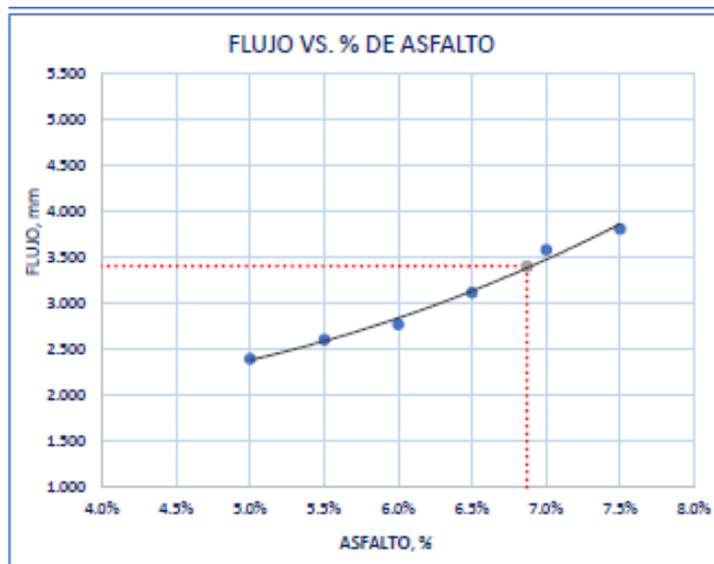


Figura 5.19. Flujo vs contenido de cemento asfáltico en la SMA.

Consecuentemente, se logró obtener que el contenido óptimo de asfalto para la SMA fue 6.87 % cuyas características obtenidas por medio del ensayo Marshall se procede a detallar:

Tabla 5.11. Resultados del ensayo Marshall de la SMA – contenido óptimo.

	Cemento asfáltico	6.87%
Grava en peso total de la mezcla (%)		66.22
Arena en peso total de la mezcla (%)		22.7
Filler de la mezcla (%)		5.68
Grava en peso total del agregado (%)		74.5
Arena en peso total del agregado (%)		25.5
Peso específico Bulk de la combinación de agregados		2.587
Gravedad específica Bulk de la mezcla compactada		2.284
Gravedad específica teórica máxima		2.351
Gravedad específica efectiva del agregado		2.596
Asfalto efectivo absorbido (%)		0.15
Asfalto efectivo (%)		6.87
Vacíos en el agregado mineral en la mezcla compactada (VMA)		17.76
Vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM)		2.84
Vacíos llenos de asfalto (VFA)		84.01
Estabilidad corregida (kg)		1283.24
Flujo (mm)		3.427
Estabilidad/flujo (kg/cm)		3744.87

5.1.7. Coalescencia de la MAC-SMA

Habiéndose obtenido que es necesario tener 6.30 % de asfalto para la MAC convencional y para la SMA de 6.87 %, se procedió a combinar tales mezclas en un par de capas tal como se puede observar en la Figura 5.20, destacándose que para ello se empleó 75 golpes para la MAC y 50 golpes por lado para la SMA.

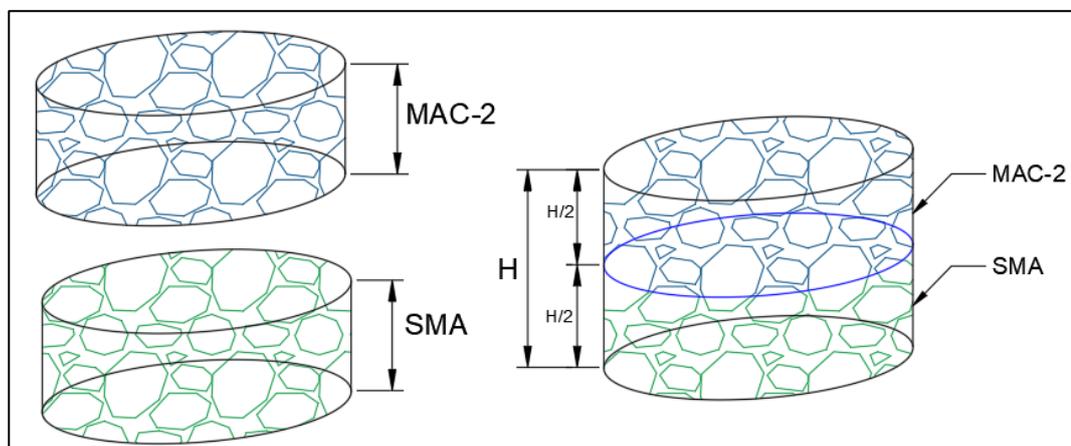


Figura 5.20. Combinación de la MAC y SMA.

Los resultados según el ensayo Marshall de la combinación de la MAC y SMA se muestra en la siguiente tabla, donde se destaca las propiedades: estabilidad y flujo:

Tabla 5.12. Resultados del ensayo Marshall de la MAC - SMA.

Muestra	Estabilidad (kN)	Volumen de briqueta (cm ³)	Factor de corrección	Flujo (mm)	Estabilidad corregida (kg)
MAC-SMA	11.45	501.72	1.04	3.48	1214.26
MAC-SMA	11.35	503.04	1.04	3.38	1203.65
MAC-SMA	11.49	501.77	1.04	3.42	1218.5
MAC-SMA	11.43	499.61	1.04	3.49	1212.14
MAC-SMA	11.53	501.36	1.04	3.37	1222.74

5.1.8. Módulo elástico de las mezclas asfálticas

Seguidamente, fue determinado el módulo elástico de las mezclas estudiadas en la presente investigación a partir del ensayo de resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad en concordancia con las especificaciones del Manual de Ensayo de Materiales del MTC (2016) en el apartado MTC E 522, además de la fórmula que se estableció en el numeral 2.2.1. En esa línea, se consideró un módulo de Poisson de 0.35, así como los diferentes espesores determinados, deformación y carga soportada por las briquetas, teniendo como resultado un valor de módulo elástico de la Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) tipo II de 243.37 MPa, mientras que para el Stone Mastic Asphalt (SMA) fue determinado un módulo elástico de 661.38 MPa, y para la coalescencia entre ambos materiales se llegó a hallar un valor de 434.88 MPa. Todos estos resultados se aprecian en la Tabla 5.13 adjunta en la siguiente página.

Tabla 5.13. *Módulo elástico de mezclas asfálticas por medio de tracción indirecta.*

Descripción	Estado de la muestra	N°	Espesor [<i>t</i>] (cm)	Diámetro [<i>d</i>] (cm)	Carga [<i>P</i>] (kg)	Deformación [<i>δh</i>] (cm)	Resistencia	Resistencia promedio (kPa)	Razón del esfuerzo a tensión [<i>TSR</i>] (%)	Módulo Elástico (MPa)	Promedio del Módulo Elástico (MPa)
							a la tracción indirecta [<i>RTI</i>] (kPa)				
Stone Mastic Asphalt (SMA)	Seco	1	6.28	10.19	750.42		732.10	731.52	90.63	655.03	661.38
		2	6.31	10.17	742.17		722.03				
		3	6.34	10.18	765.48		740.45				
	Húmedo	4	6.27	10.14	670.08	0.012	657.99	662.95	643.08	686.03	
		5	6.33	10.15	719.50	0.013	699.13				
		6	6.34	10.14	650.50	0.011	631.71				
Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC tipo II)	Seco	7	6.29	10.16	510.60		498.81	510.32	82.23	252.11	243.37
		8	6.33	10.14	540.28		525.50				
		9	6.31	10.17	520.77		506.63				
	Húmedo	10	6.33	10.14	455.65	0.021	443.19	419.64	230.73	247.26	
		11	6.24	10.19	430.66	0.022	422.84				
		12	6.27	10.15	400.50	0.019	392.89				
Coalescencia entre SMA y MAC	Seco	13	6.28	10.14	737.23		722.78	692.55	85.64	442.65	434.88
		14	6.25	10.14	682.44		672.27				
		15	6.29	10.18	700.12		682.61				
	Húmedo	16	6.28	10.19	604.73	0.016	589.97	593.13	431.43	430.55	
		17	6.33	10.16	631.23	0.017	612.76				
		18	6.34	10.14	593.82	0.016	576.67				

5.2. Descripción de resultados

5.2.1. Diferencia en la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos

En la siguiente tabla, se logra observar los resultados relacionados a la estabilidad tanto para la MAC convencional, SMA y MAC-SMA, donde se puede destacar que la SMA y la coalescencia de MAC-SMA presenta mayor estabilidad en 15.98 % y 9.75 %, esto comparado con la MAC convencional.

Tabla 5.14. Estabilidad en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.

Mezclas asfálticas	Estabilidad (kN)	Estabilidad corregida		Desviación estándar (kN)	Promedio (kN)	Variación (%)
		kN	kg			
MAC convencional	11.75	10.93	1114.28	7.37	10.85	0.00
	11.6	10.79	1100.05			
	11.64	10.83	1103.85			
	13.47	12.53	1277.39			
SMA	13.52	12.57	1282.13	6.48	12.58	15.98
	13.18	12.65	1290.21			
	11.45	11.91	1214.26			
	11.35	11.80	1203.65			
MAC-SMA	11.49	11.95	1218.5	7.19	11.91	9.75
	11.43	11.89	1212.14			
	11.53	11.99	1222.74			

En la figura siguiente se puede apreciar que las tres mezclas asfálticas cumplen con el valor mínimo de estabilidad exigido por las especificaciones técnicas generales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, que es de 8.15 kN para condiciones de alto tráfico vehicular. Además, se resalta que tanto la SMA como la MAC-SMA superan a la mezcla asfáltica en caliente convencional.

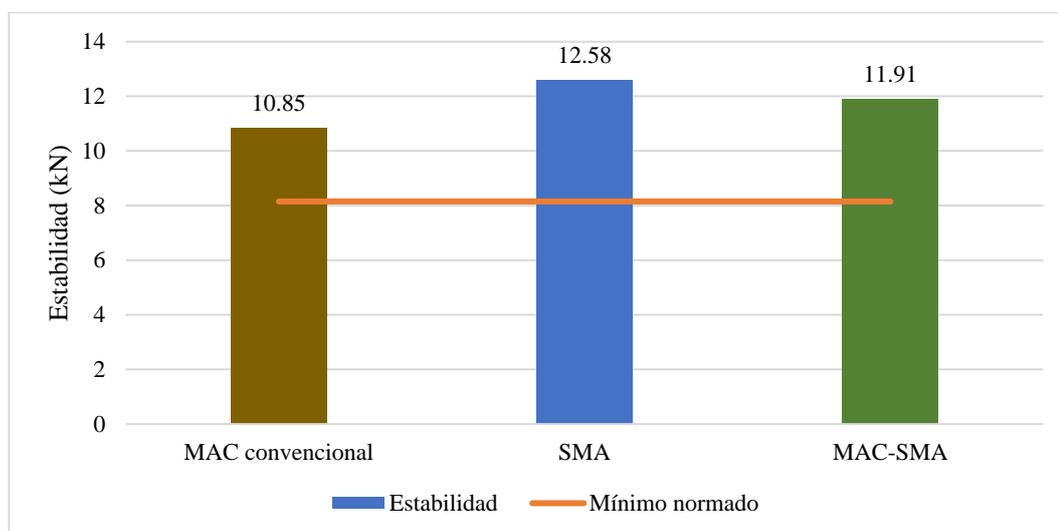


Figura 5.21. Estabilidad en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.

5.2.2. Variación del flujo en las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos

Asimismo, se muestra los resultados del flujo tanto para la MAC convencional, SMA y MAC-SMA, donde se logra destacar que el flujo tendió a incrementarse en la SMA en 6.31 % y en la MAC-SMA en 6.35 %.

Tabla 5.15. Flujo en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.

Mezclas asfálticas	Flujo (mm)	Desviación estándar (mm)	Promedio (mm)	Variación (%)
MAC convencional	3.21	0.05	3.22	0.00
	3.28			
	3.18			
	3.39			
SMA	3.46	0.04	3.43	6.31
	3.43			
	3.48			
	3.38			
MAC-SMA	3.42	0.06	3.43	6.35
	3.49			
	3.37			

Asimismo, en la figura que sigue, se han tenido en cuenta los valores mínimos y máximos establecidos para el flujo de la mezcla asfáltica en caliente según las especificaciones técnicas generales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), los cuales oscilan entre 2 y 3.5 mm. En este contexto, es importante destacar que todas las mezclas cumplen con este intervalo, siendo notable que la MAC-SMA exhibe un flujo superior en comparación con la mezcla asfáltica convencional y la SMA.

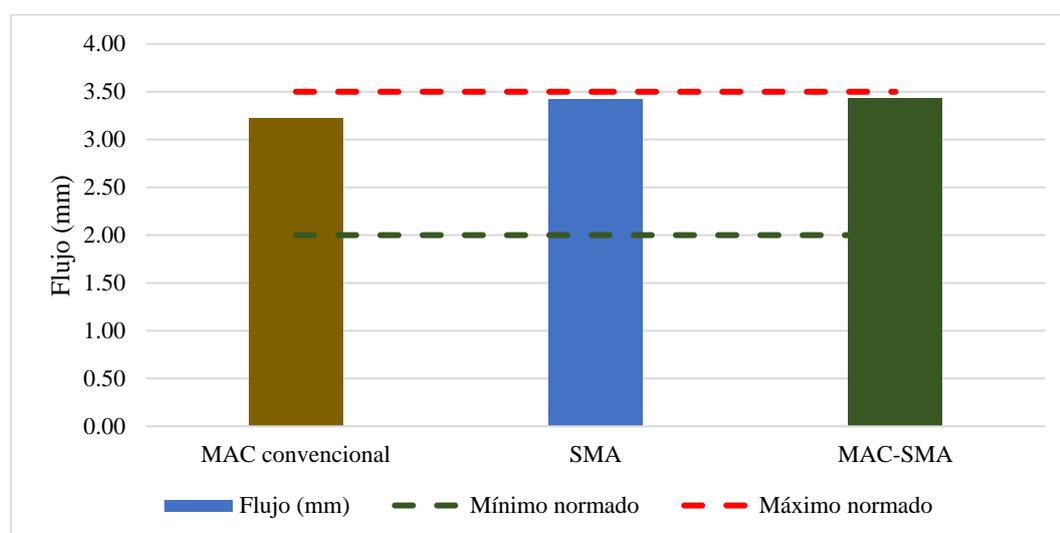


Figura 5.22. Flujo en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.

5.2.3. Diferencia de la relación estabilidad/flujo (rigidez) en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos

En lo que respecta a la relación entre estabilidad y flujo, que indica la rigidez, se proporcionan los resultados específicos para cada muestra en la tabla siguiente. Cabe destacar que la SMA y la MAC-SMA exhibieron un aumento del 9.12 % y 3.23 % en rigidez, respectivamente, en comparación con la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 5.16. Relación estabilidad/flujo (rigidez) de las diferentes mezclas.

Mezclas asfálticas	Estabilidad corregida (kg)	Flujo (mm)	Estabilidad/flujo (rigidez) (kg/cm)			
			Parciales	Desviación estándar	Promedio	Variación (%)
MAC convencional	1114.28	3.21	3471.28			
	1100.05	3.28	3353.81	67.80	3432.10	0.00
	1103.85	3.18	3471.23			
	1277.39	3.39	3768.11			
SMA	1282.13	3.46	3705.58	34.37	3745.08	9.12
	1290.21	3.43	3761.55			
	1214.26	3.48	3489.25			
	1203.65	3.38	3561.09			
MAC-SMA	1218.5	3.42	3562.87	62.78	3542.94	3.23
	1212.14	3.49	3473.18			
	1222.74	3.37	3628.31			

En la figura siguiente se ha tenido en cuenta el intervalo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción de la mezcla asfáltica en caliente, con un valor mínimo de 1 700 kg/cm y un máximo de 4 000 kg/cm. Se observa que todas las mezclas evaluadas se encuentran dentro de este rango. Sin embargo, es importante señalar que tanto la SMA como la MAC-SMA presentan una mayor rigidez en comparación con la mezcla asfáltica en caliente convencional.

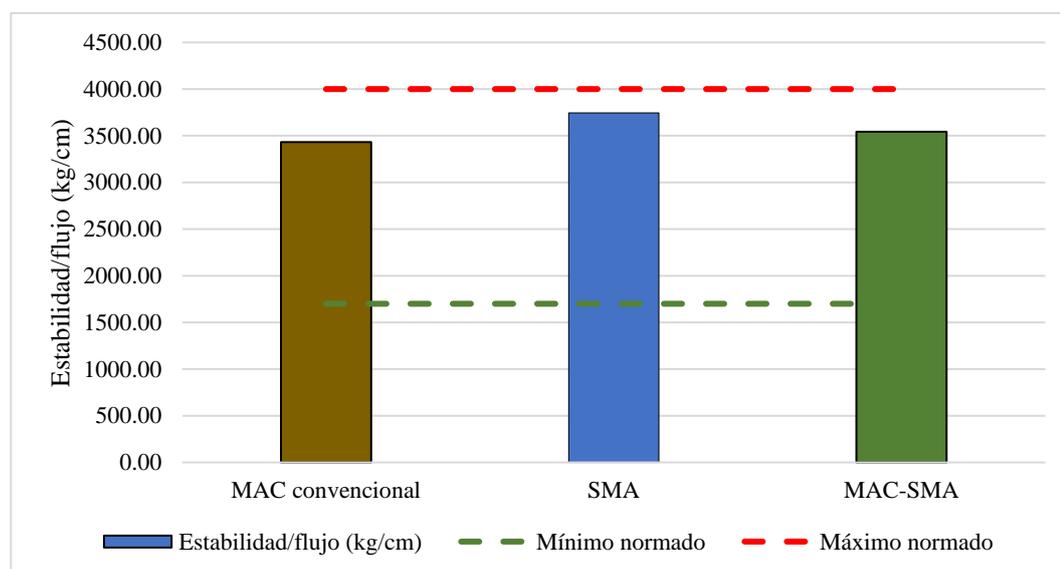


Figura 5.23. Relación estabilidad/flujo (rigidez) en las mezclas asfálticas.

5.2.4. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos

En cuanto a los resultados del desgaste que fue determinado por medio del ensayo de Cantabro, se detallan en la Tabla 5.7, donde es dable resaltar que la SMA presenta un menor desgaste, es decir, de 8.63 % al igual que la MAC-SMA de 10.23 %, mientras que la MAC convencional presenta un desgaste de 12.30 %.

Tabla 5.17. Desgaste en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.

Mezclas asfálticas	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Pérdida por desgaste (%)			
			Parcial	Desviación estándar	Promedio	Variación
MAC convencional	1192.6	1042.6	12.6			
	1194.2	1055.6	11.6			
	1192.4	1047.3	12.2	0.53	12.30	0.00
	1189.3	1037.4	12.8			
	1189.7	1086.8	8.6			
SMA	1186.5	1083.4	8.7			
	1192.4	1094.3	8.2	0.33	8.63	-29.88
	1196.3	1089.1	9			
	1196.3	1075.4	10.1			
MAC-SMA	1197.4	1072.4	10.4			
	1198.4	1077.1	10.1	0.15	10.23	-16.87
	1196.5	1073.6	10.3			

Lo mencionado anteriormente, se muestra visualmente en la figura siguiente, destacando que la mezcla asfáltica en caliente presenta un mayor desgaste en relación de la SMA y la MAC-SMA.

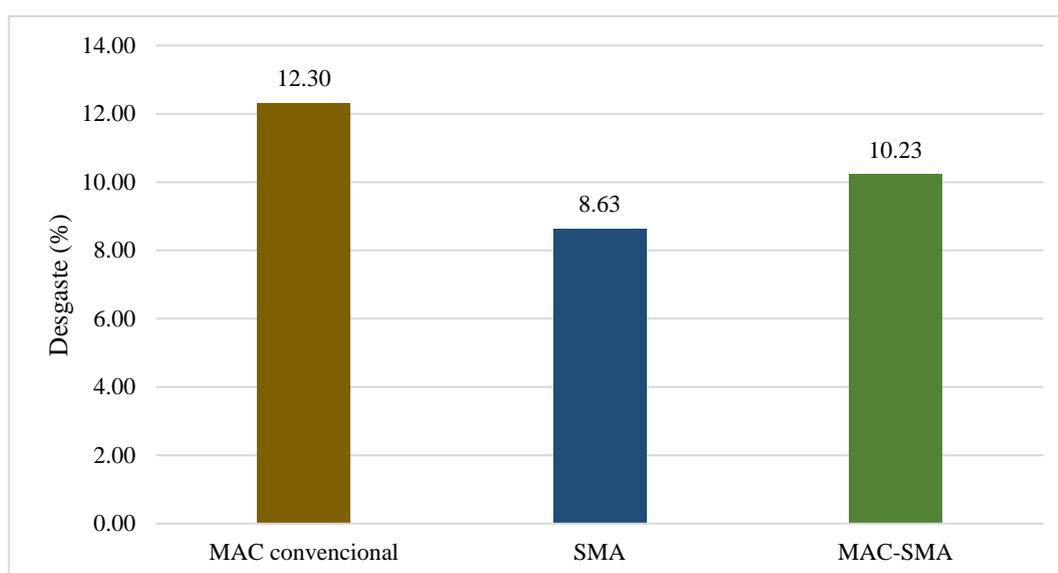


Figura 5.24. Desgaste en las mezclas asfálticas de diferentes módulos elásticos.

5.2.5. Desempeño de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos

A continuación, se detalla el resumen de la información obtenida que representan el desempeño de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos, para cada una de las propiedades medidas, tanto para la MAC, SMA y MAC-SMA, además de las fotografías de cada una de ellas:

Tabla 5.18. Resumen de resultados obtenidos.

Mezcla asfáltica	Estabilidad (kN)	Flujo (mm)	Estabilidad/flujo (rigidez) (kg/cm)	Desgaste (%)
MAC	10.85	3.22	3432.10	12.30
SMA	12.58	3.43	3745.08	8.63
MAC-SMA	11.91	3.43	3542.94	10.23

5.3. Contrastación de hipótesis

5.3.1. Prueba de normalidad y homogeneidad

Bajo las siguientes premisas para la prueba de normalidad:

H_0 : Los datos de la estabilidad, flujo, relación de la estabilidad/flujo y desgaste presentan una distribución normal (sig. > 0.05).

H_i : Los datos de la estabilidad, flujo, relación de la estabilidad/flujo y desgaste no presentan una distribución normal (sig. \leq 0.05).

Se procedió a especificar si los datos tienen una distribución normal por medio de la prueba estadística de Shapiro-Wilk, al contar con un número de mediciones menor a 50.

Mientras que, para la prueba donde se determinó la homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene, se tiene:

H_0 : Los datos presentan una homogeneidad de varianzas ($\text{sig.} > 0.05$).

H_1 : Los datos no presentan una homogeneidad de varianzas ($\text{sig.} \leq 0.05$).

Estabilidad

Ante ello, para los datos de la estabilidad se obtuvo valores de significancia mayores de 0.05, por consiguiente, se considera que los datos presentan una distribución normal,

Tabla 5.19. *Prueba de normalidad de los datos de estabilidad.*

Estabilidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MAC	0.933	3	0.498
SMA	0.978	3	0.715
MAC-SMA	0.977	5	0.921

Al haberse obtenido una distribución normal de los datos, se procedió a determinar si las varianzas de los datos de estabilidad son homogéneas a partir de la prueba de Levene, cuyos resultados se destacan en la siguiente tabla, denotándose también que la significancia fue mayor de 0.05, por consiguiente, las varianzas sí son homogéneas.

Tabla 5.20. *Prueba de igualdad de varianzas de Levene para la estabilidad.*

Estabilidad (kg)	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0.036	2	8	0.964
Se basa en la mediana	0.030	2	8	0.970
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.030	2	7.676	0.970
Se basa en la media recortada	0.035	2	8	0.966

Por consiguiente, al haberse determinado que los datos de estabilidad tienen una distribución normal y a la vez son homogéneos en relación de sus varianzas, se procedió a contrastar las hipótesis por la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

Flujo

Del mismo modo, en la Tabla 5.21 se muestra que los valores de significancia también fueron mayores a 0.05.

Tabla 5.21. *Prueba de normalidad de los datos de flujo.*

Flujo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MAC	0.949	3	0.567
SMA	0.993	3	0.843
MAC-SMA	0.879	5	0.305

Al haberse obtenido una distribución normal de los datos, se procedió a determinar si las varianzas de los datos de flujo son homogéneas a partir de la prueba de Levene, cuyos resultados se destacan en la siguiente tabla, denotándose también que la significancia fue mayor de 0.05, por consiguiente, las varianzas sí son homogéneas.

Tabla 5.22. *Prueba de igualdad de varianzas de Levene para el flujo.*

Flujo (mm)	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0.948	2	8	0.427
Se basa en la mediana	0.524	2	8	0.611
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.524	2	7.047	0.613
Se basa en la media recortada	0.926	2	8	0.435

Por consiguiente, también corresponden a una distribución normal con datos homogéneos en cuanto a su varianza, por ende, también se empleará la prueba ANOVA de un factor.

Relación estabilidad/flujo (rigidez)

En cuanto a la relación de estabilidad/flujo (rigidez), se presentó un contexto diferente, puesto que tal como se muestra en la siguiente tabla, los datos de la MAC convencional presentan una distribución no normal, pues la significancia fue menor a 0.05, por lo tanto, se considerará la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la contrastación de las hipótesis:

Tabla 5.23. *Prueba de normalidad de los datos de estabilidad/flujo (rigidez).*

Estabilidad/flujo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MAC	0.750	3	0.001
SMA	0.828	3	0.183
MAC-SMA	0.927	5	0.575

Desgaste

Por último, se tiene que los datos de desgaste de las mezclas asfálticas presentan una distribución normal, con valores de significancia mayor a 0.05 tal como se muestra a continuación:

Tabla 5.24. *Prueba de normalidad de los datos de desgaste.*

Desgaste	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MAC	0.946	4	0.689
SMA	0.980	4	0.900
MAC-SMA	0.849	4	0.224

Al haberse obtenido una distribución normal de los datos, se procedió a determinar si las varianzas de los datos de desgaste son homogéneas a partir de la prueba de Levene, cuyos resultados se destacan en la siguiente tabla, denotándose también que la significancia fue mayor de 0.05, por consiguiente, las varianzas sí son homogéneas.

Tabla 5.25. *Prueba de igualdad de varianzas de Levene para el desgaste.*

Desgaste (%)	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2.114	2	9	0.177
Se basa en la mediana	1.860	2	9	0.211
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.860	2	5.708	0.239
Se basa en la media recortada	2.110	2	9	0.177

Por lo tanto, en base a lo resultante en la

Tabla 5.24 y Tabla 5.25 se procedió a contrastar la hipótesis referente a desgaste por medio de la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

5.3.2. Hipótesis específica “1”

Bajo la problemática: ¿Cuál es la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023?, cuyo objetivo es determinar tales diferencias, se procede a plantear las siguientes hipótesis:

H0: No existe una diferencia significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Hi: Existe una diferencia significativa entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Ante ello, se tiene la siguiente tabla que muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, donde al contar con una significancia menor a 0.05 se verifica estadísticamente que sí existe una diferencia significativa.

Tabla 5.26. ANOVA para los resultados de estabilidad.

Estabilidad (kg)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	48139.29	2	24069.64	481.92	0.00
Dentro de grupos	399.56	8	49.95		
Total	48538.85	10			

A fin de determinar en qué grupo se presenta las diferencias significativas, se tiene la comparación de grupos, donde se detalla en la Tabla 5.27, donde al contar con una significancia menor a 0.05, se logra verificar que la diferencia es significativa tanto para la SMA y la MAC-SMA.

Tabla 5.27. Comparación de grupos según los resultados de estabilidad.

(I) Tipo de mezcla asfáltica	(J) Tipo de mezcla asfáltica	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MAC	SMA	-177.18	5.77	0.00	-193.67	-160.69
	MAC-SMA	-108.20	5.16	0.00	-122.95	-93.45
SMA	MAC	177.18	5.77	0.00	160.69	193.67
	MAC-SMA	68.99	5.16	0.00	54.24	83.73
MAC-SMA	MAC	108.20	5.16	0.00	93.45	122.95
	SMA	-68.99	5.16	0.00	-83.73	-54.24

De la siguiente tabla, se demuestra adicionalmente que los grupos, es decir, la MAC, MAC-SMA y SMA resultan ser diferentes significativamente.

Tabla 5.28. Grupos similares respecto los resultados de estabilidad.

Tipo de mezcla asfáltica	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC	3	1106.06		
MAC-SMA	5		1214.26	
SMA	3			1283.24
Sig.		1.00	1.00	1.00

Por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación: Existe una diferencia significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

5.3.3. Hipótesis específica “2”

Bajo la problemática: ¿En qué medida varían las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023? cuyo objetivo es determinar tales variaciones, se procede a plantear las siguientes hipótesis:

H0: No existe una variación significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Hi: Existe una variación significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Ante ello, se tiene la siguiente tabla que muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, donde al contar con una significancia menor a 0.05 se verifica estadísticamente que sí existe una diferencia significativa.

Tabla 5.29. ANOVA para los resultados de flujo.

Flujo (mm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.09	2	0.05	18.18	0.00
Dentro de grupos	0.02	8	0.00		
Total	0.11	10			

A fin de determinar en qué grupo se presenta las diferencias significativas, se tiene la comparación de grupos, donde se detalla en la Tabla 5.30, donde al contar con una significancia menor a 0.05, se logra verificar que la diferencia es significativa tanto para la SMA y la MAC-SMA.

Tabla 5.30. Comparación de grupos según los resultados de flujo.

(I) Tipo de mezcla asfáltica	(J) Tipo de mezcla asfáltica	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MAC	SMA	-0.20	0.04	0.00	-0.32	-0.09
	MAC-SMA	-0.20	0.04	0.00	-0.31	-0.10
SMA	MAC	0.20	0.04	0.00	0.09	0.32
	MAC-SMA	0.00	0.04	1.00	-0.11	0.10
MAC-SMA	MAC	0.20	0.04	0.00	0.10	0.31
	SMA	0.00	0.04	1.00	-0.10	0.11

De la siguiente tabla, se demuestra adicionalmente que los grupos de SMA es similar con MAC-SMA resultan ser diferentes significativamente.

Tabla 5.31. Grupos similares respecto los resultados de flujo.

Tipo de mezcla asfáltica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
MAC	3	3.22	
SMA	3		3.43
MAC-SMA	5		3.43
Sig.		1.00	1.00

Por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación: Existe una variación significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

5.3.4. Hipótesis específica “3”

Bajo la problemática: ¿Cuál es la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023? cuyo objetivo es determinar tales diferencias, se procede a plantear las siguientes hipótesis:

H0: No existe una diferencia significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Hi: Existe una diferencia significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Ante ello, se tiene la siguiente tabla que muestra los resultados de la prueba Kruskal-Wallis, donde al contar con una significancia menor a 0.05 se verifica estadísticamente que sí existe una diferencia significativa.

Tabla 5.32. *Kruskal-Wallis para los resultados de estabilidad/flujo (rigidez).*

N total	11
Estadístico de prueba	8.727
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.013

A fin de determinar en qué grupo se presenta las diferencias significativas, se tiene la comparación de grupos, donde se detalla en la siguiente tabla, donde al contar con una significancia menor a 0.05, se logra verificar que la diferencia es significativa entre la MAC y la mezcla SMA, más con la mezcla de MAC-SMA no se presenta una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 5.33. *Comparación de grupos de estabilidad/flujo (rigidez).*

Muestra 1 - muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajustada
MAC-MAC-SMA	-4.00	2.42	-1.65	0.10	0.30
MAC-SMA	-8.00	2.71	-2.95	0.00	0.01
MAC-SMA-SMA	4.00	2.42	1.65	0.10	0.30

Por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación: Existe una diferencia significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

5.3.5. Hipótesis específica “4”

Bajo la problemática: ¿Cuál es la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023?, cuyo objetivo es determinar tales variaciones, se procede a plantear las siguientes hipótesis:

H0: No existe una variación significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Hi: Existe una variación significativa de la mezcla asfáltica en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

Ante ello, se tiene la siguiente tabla que muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, donde al contar con una significancia menor a 0.05 se verifica estadísticamente que sí existe una diferencia significativa.

Tabla 5.34. ANOVA para los resultados de desgaste.

Desgaste (%)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27.16	2	13.58	98.97	0.00
Dentro de grupos	1.24	9	0.14		
Total	28.40	11			

A fin de determinar en qué grupo se presenta las diferencias significativas, se tiene la comparación de grupos, donde se detalla en la siguiente tabla, donde al contar con una significancia menor a 0.05, se logra verificar que la diferencia es significativa tanto para la SMA y la MAC-SMA.

Tabla 5.35. Comparación de grupos según los resultados de desgaste.

(I) Tipo de mezcla asfáltica	(J) Tipo de mezcla asfáltica	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MAC	SMA	3.68	0.26	0.00	2.94	4.41
	MAC-SMA	2.08	0.26	0.00	1.34	2.81
SMA	MAC	-3.68	0.26	0.00	-4.41	-2.94
	MAC-SMA	-1.60	0.26	0.00	-2.33	-0.87
MAC-SMA	MAC	-2.08	0.26	0.00	-2.81	-1.34
	SMA	1.60	0.26	0.00	0.87	2.33

De la siguiente tabla, se demuestra adicionalmente que los grupos, es decir, la MAC, MAC-SMA y SMA resultan ser diferentes significativamente.

Tabla 5.36. *Grupos similares respecto los resultados de desgaste.*

Tipo de mezcla asfáltica	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SMA	4	8.63		
MAC-SMA	4		10.23	
MAC	4			12.30
Sig.		1.00	1.00	1.00

Por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación: Existe una variación significativa de la mezcla asfáltica de diferentes módulos elásticos en caliente del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles - Huancayo 2023.

5.3.6. Hipótesis general

Bajo la problemática: ¿Cuál es el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo, 2023?, cuyo objetivo es determinar tal desempeño, se procede a plantear las siguientes hipótesis:

H₀: No existe una diferencia significativa del desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo 2023.

H_i: Existe una diferencia significativa del desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo 2023.

Ante ello, se muestra el resumen de los valores de significancia obtenidos, donde se destaca que tanto para la estabilidad, flujo, relación estabilidad/flujo (rigidez) y el desgaste se obtuvo significancias menores a 0.05, por ende, se concluye que sí existe una diferencia significativa del desempeño de pavimentos flexibles.

Tabla 5.37. *Contrastación de la hipótesis general.*

Indicadores	Significancia
Estabilidad	0.000
Flujo	0.000
Estabilidad/flujo (rigidez)	0.013
Desgaste	0.000

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Diferencia en la estabilidad de las mezclas asfálticas

Respecto a los resultados que se lograron obtener para la estabilidad de las mezclas asfálticas, se observó un valor de 10.85 kN para la MAC, 12.58 kN para la SMA, y 11.91 kN para la coalescencia de MAC-SMA. Estos hallazgos indican que tanto la SMA como la coalescencia de MAC-SMA exhiben una mayor estabilidad en un 15.98 % y 9.75 % respectivamente, en comparación con la MAC.

Desde una perspectiva estadística, se determinó que los datos exhiben una distribución normal, con valores de significancia de 0.498 para la MAC, 0.715 para la SMA y 0.921 para la coalescencia de MAC-SMA. Posteriormente, se llevó a cabo la prueba ANOVA, revelando una significancia de 0.00, indicando que hay una diferencia significativa en la estabilidad entre las mezclas. Además, mediante la prueba de comparación de grupos Tukey, se constató que esta diferencia es significativa en todas las muestras evaluadas.

En cuanto los antecedentes, se tiene la investigación de Gelí (2021) que optó por trabajar con mezclas SMA, que encontró que la estabilidad fue de 1437 kg, valor que es relativamente mayor a lo presentando en esta investigación que fue de 1282.8 kg, lo cual se debería a que el 6.5 % fue su contenido óptimo de cemento asfáltico y empleó fibras celulósicas en más de 0.3 %.

Asimismo, se tiene la investigación Cerrón y Valdivia (2019) quienes encontraron un valor de estabilidad para la MAC de 1328 kg, valor que es superior a lo obtenido lo cual se debería también al 5.5 % que fue el contenido óptimo de asfalto y emplearon 50 golpes para su compactación. Dentro de los antecedentes internacionales se cuenta con

Chegenizadeh et al. (2021) quienes desarrollaron diversas mezclas SMA con variación de la granulometría, donde el asfalto idóneo osciló entre 6.3 % a 7 %, por ende, la estabilidad que obtuvieron se encontró entre 7.1 kN hasta 12.89 kN, donde este último sí se asemeja a lo obtenido en la presente investigación.

6.2. Variación del flujo en las mezclas asfálticas

En términos de lo encontrado para el flujo, se estableció que la MAC convencional, con un contenido óptimo de asfalto del 6.30 %, presentó un valor de 3.22 mm. Para la SMA, con un contenido óptimo de asfalto del 6.87 %, se registró un valor de 3.43 mm. En el caso de la coalescencia de MAC-SMA, se obtuvo un valor de 3.43 mm. Esto indica que las mezclas modificadas exhiben un flujo superior en un 6.31 % y 6.35 % respectivamente, en comparación con la MAC convencional.

De la normalidad se encontró que la información del flujo presenta una distribución normal con valores de significancia de 0.567, 0.843 y 0.305 para la MAC, SMA y MAC-SMA respectivamente, eligiéndose así la prueba ANOVA donde se obtuvo una significancia de 0.00 que se traduce en que existe diferencias significativas en relación del flujo de las mezclas asfálticas, lo cual fue contrastado con la prueba Tukey donde también la significancia fue de 0.00.

En cuanto los antecedentes, se tiene la investigación de Gelí (2021) que optó por trabajar con mezclas SMA, que encontró que el flujo fue de 3.025 mm (12.1 de 0.25 mm), valor que se asemeja a lo encontrado en esta investigación que resultó de 3.43 mm.

De la misma forma, se cuenta con la investigación de Cerrón y Valdivia (2019) quienes encontraron un flujo de 3.5 mm para la MAC convencional, valor que se acerca a lo obtenido en esta investigación.

6.3. Diferencia de la relación estabilidad/flujo (rigidez) en las mezclas asfálticas

En cuanto a la relación de estabilidad/flujo que da como resultado la rigidez, se calcularon valores de 3432.10 kg/cm para la MAC convencional, 3745.08 kg/cm para la SMA y 3542.94 kg/cm para la coalescencia de MAC-SMA. De estos resultados se desprende que la SMA exhibe una mayor rigidez en un 9.12 %, mientras que la coalescencia de MAC-SMA presenta un incremento de la rigidez del 3.23 % en comparación con la MAC convencional.

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad, se evidenció que los datos de la relación de estabilidad/flujo (rigidez) muestran una distribución que no sigue la normalidad, con valores de significancia de 0.001, 0.183 y 0.575 para la MAC, SMA y MAC-SMA, respectivamente, procediéndose a aplicar la prueba que se llama Kruskal-Wallis, cuyo resultado de significancia fue 0.013 traduciéndose también que existe diferencias significativas en la relación de estabilidad/flujo (rigidez), mientras que, de la comparación de grupos se encontró que la única diferencia que se presenta es entre la MAC y la SMA (significancia de 0.01).

En cuanto a la investigación de Gelí (2021) se denotó que no realizó un análisis de la relación de estabilidad/flujo (rigidez) de la SMA. No obstante, se tiene que Cerrón y Valdivia (2019) sí consideraron el análisis de la rigidez de la MAC convencional, obteniendo un valor de 3793 kg/cm valor superior a lo obtenido en esta investigación que fue de 3432.10 kg/cm.

6.4. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas

Para el desgaste, se observó que la MAC convencional experimentó un desgaste del 12.30 %, la SMA del 8.63 % y la coalescencia de MAC-SMA del 10.23%. A partir de estos resultados, se puede deducir que las mezclas modificadas presentan un desgaste inferior en comparación con la MAC convencional, con reducciones específicas del 29.88 % y 16.87 %, respectivamente.

Según los resultados de la prueba de normalidad, se determinó que los datos de desgaste exhiben una distribución normal, con valores de significancia de 0.689, 0.900 y 0.224 para la MAC, SMA y MAC-SMA, respectivamente. Estos valores sugieren que los datos de desgaste se ajustan razonablemente bien a una distribución que se ajusta a la normal en todos los casos analizados, en consecuencia, se consideró la prueba ANOVA de un factor, donde se obtuvo una significancia de 0.00 reflejando diferencias significativas entre los datos de desgaste, en tanto, procediéndose con la prueba de Tukey, se encontró que las diferencias se dan tanto para MAC, SMA y la coalescencia de MAC-SMA.

En cuanto al antecedente de Gelí (2021) se encontró que no consideró el análisis de esta propiedad para la SMA; sin embargo, Cerrón y Valdivia (2019) sí consideraron esta propiedad para la MAC convencional, obtenido un valor de 9.61 % valor relativamente inferior a lo encontrado en esta investigación que fue de 12.30 %, lo cual se debería a la procedencia de los agregados empleados.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos, obteniéndose que existe diferencia significativa en este caso, la MAC con un módulo elástico de 243.37 MPa, la SMA con 661.38 MPa y la coalescencia de MAC-SMA con 434.88 MPa; pues se encontró incrementos de la estabilidad, flujo y rigidez, además la reducción del desgaste de la SMA y MAC-SMA en comparación de la MAC convencional.
2. Se determinó la diferencia entre la mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles, obteniéndose un incremento progresivo al considerar diferentes porcentajes de cemento asfáltico 5, 5.5, 6, 6.5, 7 y 7.5 %, siendo el contenido óptimo de 6.30 % el cual presenta una estabilidad de 1106.06 kg para la MAC, por otro lado, para la SMA se encontró un contenido óptimo de cemento asfáltico de 6.87 % con una estabilidad de 1283.24 kg, en la MAC-SMA se obtuvo un promedio de estabilidad de 1214.26 kg. Asimismo, se destaca que los incrementos presentados en la estabilidad de la SMA (15.98 %) y de MAC-SMA (9.75 %) fueron estadísticamente significativos de acuerdo a la prueba ANOVA de un factor con significancias menores del 5 %.
3. Se estableció la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles, pues como resultado se encontró que la MAC convencional presentó un flujo de 3.22 mm, la SMA de 3.43 mm y MAC-SMA de 3.43 mm, lo que representa que el flujo de la SMA es 6.31 % mayor a la MAC, mientras que, el flujo de la MAC-SMA es 6.35 % mayor; asimismo, tales incrementos del flujo son estadísticamente significativos de acuerdo a la prueba ANOVA de un factor con significancias menores del 5 %.
4. Se determinó la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles debido a que, la MAC convencional presentó 3432.10 kg/cm, la SMA presentó 3745.08 kg/cm y la MAC-SMA presentó 3542.92 kg/cm, denotándose valores superiores en la SMA (9.12 %) y MAC-SMA (3.23 %); no obstante, cabe mencionar que de acuerdo a la prueba estadística Kruskal-Wallis, el incremento solo fue significativo en la SMA.

5. Se analizó la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de pavimentos flexibles, pues de acuerdo al ensayo Cantabro se obtuvieron resultados de 12.30, 8.63 y 10.23 % para los diseños MAC convencional, SMA y MAC-SMA, concluyendo que, la muestra SMA presenta menor desgaste evidenciándose una mayor resistencia a la disgregación de las partículas; asimismo, estadísticamente, se encontró que el menor desgaste con la SMA y MAC-SMA son significativas estadísticamente con valores menores de 5 %.

RECOMENDACIONES

1. Es dable mencionar que la mezcla SMA y MAC-SMA presentaron mejor desempeño para pavimentos flexibles, siendo recomendable su empleo en las vías de la provincia de Huancayo, pues con ello se asegurará su durabilidad; del mismo, se recomienda la amplitud del estudio a futuras investigaciones.
2. Se recomienda fomentar la producción de mezclas asfálticas SMA en el Perú, ya que estas exhiben una estabilidad superior en comparación con otras mezclas. A diferencia de otros países latinoamericanos como México, Colombia y Chile, donde se utiliza comúnmente mezclas asfálticas SMA para pavimentar carreteras de alto tráfico.
3. En lo concerniente al flujo en los diseños de mezcla asfáltica es recomendable utilizar el diseño de mezcla asfáltica en caliente SMA o la coalescencia de MAC-SMA, debido que presenta mejores resultados en cuanto a esta propiedad y por ende se cuenta con una mejor capacidad de la mezcla asfáltica para compactarse adecuadamente durante la construcción del pavimento.
4. Considerando las conclusiones de la investigación, se sugiere llevar a cabo un diseño de mezcla mediante la metodología SUPERPAVE (Superior Performance Pavements), incorporando nuevos parámetros de diseño como el Reómetro de corte dinámico (DSR), viscosímetro rotacional (RV), así como el reómetro de flexión (BBR) y tracción directa (DDT). Además, se recomienda realizar análisis adicionales de rendimiento, tales como estabilidad y flujo del pavimento flexible.
5. Respecto al desgaste de los diseños de mezcla MAC, SMA y MAC-SMA, se recomienda el uso de la SMA por su bajo porcentaje de desgaste obtenido en la presente investigación, asimismo, se recomienda a futuras investigaciones utilizar otros aditivos para mejorar esa resistencia ante disgregación de las partículas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPHABET INC., 2023. Google Maps. [en línea]. [Consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.google.com/maps>.
- ARMIJOS, D., 2008. *Determinación del módulo elástico de mezclas asfálticas densas a través del ensayo de tracción indirecta* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica Particular de Loja. Disponible en: <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16782>.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea]. Tercera Ed. México: Pearson Educación. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- BORJA, M., 2016. *Metodología de la investigación científica para ingenieros* [en línea]. 2016. Chiclayo: s.n. Disponible en: https://www.academia.edu/33692697/Metodología_de_Investigación_Científica_para_ingeniería_Civil.
- CERRÓN, E. y VALDIVIA, H., 2019. *Influencia del caucho reciclado en la mejora de la resistencia y durabilidad de una mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019*. [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54170>.
- CHEGENIZADEH, A., SHEN, P.J., ARUMDANI, I.S., BUDIHardjo, M.A. y NIKRAZ, H., 2021. The addition of a high dosage of rubber to asphalt mixtures: The effects on rutting and fatigue. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 13, no. 17, pp. 1-13. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su13179718. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13179718>.
- CRESPIN, R., SANTA CRUZ, I. y TORRES, P., 2012. *Aplicación del método Marshall y granulometría Superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado desempeño* [en línea]. S.l.: Univesidad de El Salvador. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1796/>.
- DE LA CRUZ, E., 2019. *Estabilización de mezclas asfálticas Stone Mastic Asphalt utilizando fibras de basalto como sustituto de las fibras de celulosa* [en línea]. S.l.: Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2507>.

- GARNICA, P., DELGADO, H. y SANDOVALL, C., 2005. *Análisis comparativo de los métodos de Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas*. Mexico: s.n.
- GELÍ, M., 2021. *Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico* [en línea]. S.l.: Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4116>.
- GÓMEZ, J., GARNICA, P., DELGADO, H. y FLORES, M., 2020. *Módulos de rigidez de mezclas asfálticas ensayadas en vigas a flexión basados en la metodología Calme* [en línea]. 2020. Mexico D.F.: Instituto Mexicano del Transporte. Disponible en: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=518&IdBoletin=187>.
- GONZÁLES, D., MELO, O. y RODRÍGUEZ, J., 2019. *Comportamiento de mezclas asfálticas con pavimento reciclado y aceite usado de motor como rejuvenecedor* [en línea]. S.l.: Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: <https://acortar.link/6FSAvf>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta Ed. México: Mac Graw Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2>. Hernandez, Fernandez y Baptista-Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf.
- INACAL, 2022. Normas Técnicas Peruanas. *Instituto Nacional de Calidad* [en línea]. [Consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- LANCHAS, S., NÚÑEZ, R., COSTA, A., JAVIER, L., CERVANTES, R., HIDALGO, M.E. y POTTI, J.J., 2013a. *Fibras de celulosa aditivas para mezclas tipo SMA con propiedades mejoradas*. 2013. S.l.: Centro Tecnológico para el Desarrollo Industrial (CDTI).
- LANCHAS, S., NÚÑEZ, R., COSTA, A., JAVIER, L., CERVANTES, R., HIDALGO, M.E. y POTTI, J.J., 2013b. *Fibras de celulosa aditivas para mezclas tipo SMA con propiedades mejoradas* [en línea]. 2013. S.l.: Centro Tecnológico para el Desarrollo Industrial (CDTI). Disponible en: http://www.proyectosma.eu/wp-content/uploads/2018/05/files_5232d2905a737.pdf.
- LIZCANO, O. y RAMOS, D., 2020. *Estudio del comportamiento físico-mecánico de*

mezclas asfálticas modificadas con llenante mineral de ceniza de la cascarilla resultante de la molienda del arroz [en línea]. S.l.: Universidad Católica de Colombia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/24575>.

MONTEJO, A., 2002. *Ingeniería de pavimentos para carreteras* [en línea]. 2°. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Disponible en: https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca.

MTC, 2013. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* [en línea]. Tomo I. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.

MTC, 2016. *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. 2016. S.l.: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.

PALELLA, S. y MARTINS, F., 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa* [en línea]. Tercera. Caracas: FEDUPEL. ISBN 980-273-445-4. Disponible en: <https://issuu.com/originaledy/docs/metodolog3ada-de-la-investigacic3b>.

PAM, 2023. Emulsiones asfálticas catiónicas. [en línea]. Disponible en: <https://www.asfaltosmodificados.com/productos/emulsiones/>.

RONDON, H. y REYES, A., 2015. *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. Primera. Lima: Editora Macro. ISBN 9789587711752.

SANABRIA, L. y QUINTEROS, L., 2019. Pavimentos larga vida: alternativa sostenible para la infraestructura vial. *Construyendo caminos & obras* [en línea], pp. 43-46. Disponible en: <https://www.calameo.com/read/0041761048130b8b5a25c>.

SÁNCHEZ, F. y CHIRINOS, J., 2006. Obtención de módulos de elasticidad de mezclas asfálticas compactadas a través del ensayo Marshall. *Simposio Venezolano del Asfalto* [en línea], pp. 1-11. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/408221918/Trabajo6-EstimacionModuloElasticoMezclas-Sanchez-Chirinos>.

SELSAL, Z., KARAKAS, A.S. y SAYIN, B., 2022. Effect of pavement thickness on stress distribution in asphalt pavements under traffic loads. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 16, no. February, pp. e01107. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2022.e01107. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01107>.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Desempeño de pavimentos flexibles mediante la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo 2023”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo, 2023?</p> <p>Problemas específicos: 1. ¿Cuál es la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023? 2. ¿En qué medida varían las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023? 3. ¿Cuál es la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo, 2023? 4. ¿Cuál es la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al desgaste de</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos – Huancayo 2023.</p> <p>Objetivos específicos: 1. Determinar la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023. 2. Establecer la variación de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles – Huancayo 2023. 3. Determinar la diferencia entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023. 4. Analizar la variación de las mezclas asfálticas en caliente de</p>	<p>Hipótesis general: Existe una diferencia significativa del desempeño de pavimentos flexibles debido a la utilización de capas asfálticas de diferentes módulos elásticos - Huancayo 2023.</p> <p>Hipótesis específicas: 1. Existe una diferencia significativa entre las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la estabilidad de pavimentos flexibles - Huancayo 2023. 2. Existe una variación significativa de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto al flujo de pavimentos flexibles - Huancayo 2023. 3. Existe una diferencia significativa de las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos del tipo MAC y SMA respecto a la relación estabilidad/flujo (rigidez) de pavimentos flexibles - Huancayo 2023. 4. Existe una variación significativa de las</p>	<p>Variable independiente (X): Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos.</p> <p>Variable dependiente (Y): Desempeño de pavimentos flexibles.</p>	<p>- Mezcla asfáltica en caliente (MAC)</p> <p>- Stone Mastic Asphalt (SMA)</p> <p>- Estabilidad</p> <p>- Flujo</p> <p>- Relación estabilidad/flujo (rigidez)</p> <p>- Desgaste</p>	<p>- Estabilidad</p> <p>- Flujo</p> <p>- Vacíos de aire</p> <p>- Vacíos en el agregado mineral</p> <p>- Relación polvo asfalto</p> <p>- Relación estabilidad flujo</p> <p>- Resistencia conservada</p> <p>- Módulo elástico</p> <p>- Estabilidad</p> <p>- Flujo</p> <p>- Vacíos de aire</p> <p>- Vacíos en el agregado mineral</p> <p>- Vacíos llenos de asfalto</p> <p>- Escurrimiento de ligante</p> <p>- Módulo elástico</p> <p>- Carga</p> <p>- Razón de correlación</p> <p>- Flujo</p> <p>- Relación estabilidad/flujo (rigidez)</p> <p>- Relación estabilidad/flujo (rigidez)</p> <p>- Masa inicial de probeta</p> <p>- Masa final de probeta</p>	<p>Método general de investigación: Científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>Población: Correspondió a las mezclas asfálticas en caliente de diferentes módulos elásticos (MAC, SMA y la coalescencia de MAC-SMA) destinadas a soportar un alto tránsito.</p> <p>Muestra: La selección de la muestra se llevó a cabo por medio de los lineamientos del método no probabilístico, específicamente el intencional, lográndose obtener así un total de 77 especímenes (briquetas) de mezcla asfáltica de diferentes módulos elástico (MAC, SMA y coalescencia de MAC-SMA)</p> <p>Técnicas Observación experimental.</p> <p>Instrumentos Fichas de recolección de datos</p>

pavimentos flexibles - diferentes módulos mezclas asfálticas en caliente
Huancayo, 2023? elásticos del tipo MAC y de diferentes módulos
SMA respecto al desgaste elásticos del tipo MAC y
de pavimentos flexibles - SMA respecto al desgaste de
Huancayo 2023. pavimentos flexibles -
Huancayo 2023.

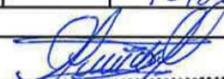
Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala de medición
Capas asfálticas de diferentes módulos elásticos	Se refiere a la combinación de diferentes tipos de materiales asfálticos con propiedades de elasticidad distintas para crear una mezcla de pavimento que cumpla con ciertos requisitos de diseño y rendimiento en una carretera o superficie de pavimento, con el objetivo de mejorar la durabilidad y el comportamiento del pavimento bajo diversas condiciones de tráfico y climáticas (Rondón y Reyes, 2015)	La mezcla asfáltica en caliente (MAC) se diseñó de acuerdo al Marshall (MTC E 504). Mientras que, la SMA se diseñó también con la compactación Marshall para 50 golpes.	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)	Estabilidad	kN	Razón
				Flujo	0.25 mm	Razón
				Vacíos	%	Razón
				Vacíos en el agregado mineral	%	Razón
				Relación polvo asfalto	Adimensional	Razón
				Relación estabilidad flujo	kg/cm	Razón
				Resistencia conservada	%	Razón
				Módulo elástico	MPa	Razón
			Stone Mastic Asphalt (SMA)	Estabilidad	kN	Razón
				Flujo	0.25 mm	Razón
				Vacíos	%	Razón
				Vacíos en el agregado mineral	%	Razón
				Vacíos llenos de asfalto	%	Razón
				Escurecimiento de ligante	%	Razón
Desempeño de pavimentos flexibles	Se refiere al rendimiento o funcionamiento de la capa de mezcla asfálticas en un pavimento o carretera, en cuanto a su resistencia y durabilidad (Rondon y Reyes, 2015).	La estabilidad y flujo se midió por el ensayo Marshall, mientras que el desgaste por medio de la abrasión Los Angeles.	Estabilidad	Carga	kN	Razón
			Flujo	Razón de correlación	Adimensional	Razón
			Estabilidad/flujo (rigidez)	Flujo	0.25 mm	Razón
				Estabilidad/flujo (rigidez)	kg/cm	Razón
			Desgaste	Masa inicial de probeta	g	Razón
				Masa final de probeta	g	Razón

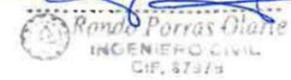
Anexo N° 03: matriz de operacionalización del instrumento

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala de medición	Instrumento	
Desempeño de pavimentos flexibles	Estabilidad	Carga	kN	Razón	Ficha de recolección de datos - ensayo Marshall	
	Flujo	Flujo	0.25 mm	Razón	Ficha de recolección de datos - ensayo Marshall	
	Estabilidad/flujo (rigidez)	Estabilidad/flujo (rigidez)	kg/cm	Razón	Ficha de recolección de datos - ensayo Marshall	
	Desgaste		Masa inicial de probeta	g	Razón	Ficha de recolección de datos - ensayo MTC E 515
			Masa final de probeta	g	Razón	

Anexo N° 05: fichas de validación de instrumento

 UPLA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	PROYECTO:	DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACION DE CAPAS ASFALTICAS DE DIFERENTES MODULOS ELASTICOS - HUANCAYO			
		2023			
		FICHA DE VALIDACION			
INFORME DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS					
1. DATOS PERSONALES DEL EXPERTO					
Apellidos y Nombres:	Paúl Chancasanampa Pacheco.				
Grado Academico:	Magister.				
Dni N°:	4310820	CIP N°:	155281		
2. DATOS PERSONALES DE TESIS					
Apellidos y Nombres:	Bach. Soria Salas Hubert.				
3. INSTRUMENTOS EVALUADOS					
*Ficha de observacion de los ensayos para determinar la Resistencia al desgaste					
*Ficha de observacion de los ensayos para determinar la Estabilidad, Flujo, % Vacios en el ensayo de metodo Marshall					
*Ficha de observacion de la medición de la permeabilidad. Cantidad					
4. ASPECTOS A EVALUAR					
DESCRIPCION		CALIFICACION			
ITEM	CRITERIOS DE EVALUACION	Validez inaceptable	Validez aceptable	Validez buena	Validez excelente
		1	2	3	4
		0%-69%	70%-79%	80%-89%	90%-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				90%
2. Objetividad	Esta expresado con conductas observadas			85%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y calidad				90%
4. Organización	Existe una organización logica del instrumento				95%
5. Suficiencia	Valora los aspectos en cantidad y calidad				90%
6. Intencionalidad	Adecuado para cumplir con los objetivos			90%	
7. Consistencia	Basado en el aspecto teorico científico del tema de estudio			85%	
8. Coherencia	Entre las hipotesis dimensiones e indicadores				95%
9. Metodología	Las estrategias responden al proposito del estudio			80%	
10. Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construccion de teorías				95%
PROMEDIO DE VALORACION					89.5%
OBSERVACIONES:		FIRMA DEL EXPERTO		 Ing. Paúl Chancasanampa Pacheco INGENIERO CIVIL CIP. 155281	
		FECHA			

	PROYECTO:	DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACION DE CAPAS ASFALTICAS DE DIFERENTES MODULOS ELASTICOS - HUANCAYO 2023			
	FICHA DE VALIDACION				
INFORME DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS					
1. DATOS PERSONALES DEL EXPERTO					
Apellidos y Nombres	Jeffrin Marlon Silva Murillo				
Grado Academico:	Magister.				
Dni N°:	45783131	CIP N°:	309408		
2. DATOS PERSONALES DE TESISISTA					
Apellidos y Nombres:	Bach. Soria Salas Hubert				
3. INSTRUMENTOS EVALUADOS					
*Ficha de observacion de los ensayos para determinar la Resistencia al desgaste					
*Ficha de observacion de los ensayos para determinar la Estabilidad, Flujo, Relacion estabilidad/flujo (Rigidez) en el ensayo de metodo Marshall					
4. ASPECTOS A EVALUAR					
DESCRIPCION		CALIFICACION			
ITEM	CRITERIOS DE EVALUACION	Validez inaceptable	Validez aceptable	Validez buena	Validez excelente
		1	2	3	4
		0%-69%	70%-79%	80%-89%	90%-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				95%
2. Objetividad	Esta expresado con conductas observadas			84%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y calidad				92%
4. Organizacion	Existe una organizacion logica del instrumento				95%
5. Suficiencia	Valora los aspectos en cantidad y calidad				95%
6. Intencionalidad	Adecuado para cumplir con los objetivos			85%	
7. Consistencia	Basado en el aspecto teorico cientifico del tema de estudio				92%
8. Coherencia	Entre las hipotesis dimensiones e indicadores				91%
9. Metodologia	Las estrategias responden al proposito del estudio			89%	
10. Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigacion y construccion de teorias			85%	
PROMEDIO DE VALORACION					90.3%
OBSERVACIONES:		FIRMA DEL EXPERTO		 ING. CIVIL CIP. 309408	
		FECHA			

 UPLA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	PROYECTO: DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACION DE CAPAS ASFALTICAS DE DIFERENTES MODULOS ELASTICOS - HUANCAYO 2023																																																																																						
	FICHA DE VALIDACION																																																																																						
	INFORME DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS																																																																																						
1. DATOS PERSONALES DEL EXPERTO																																																																																							
Apellidos y Nombres:	Rando Porras Olarte.																																																																																						
Grado Academico:	Magister.																																																																																						
Dni N°:	20119788.																																																																																						
CIP N°:	87979																																																																																						
2. DATOS PERSONALES DE TESISTA																																																																																							
Apellidos y Nombres:	Bach. Soria Salas Hubert.																																																																																						
3. INSTRUMENTOS EVALUADOS																																																																																							
*Ficha de observacion de los ensayos para determinar la Resistencia al desgaste																																																																																							
*Ficha de observacion de los ensayos para determinar la Estabilidad, Flujo, % Vacios en el ensayo de metodo Marshall																																																																																							
4. ASPECTOS A EVALUAR																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">ITEM</th> <th rowspan="3">DESCRIPCION</th> <th colspan="4">CALIFICACION</th> </tr> <tr> <th>Validez inaceptable</th> <th>Validez aceptable</th> <th>Validez buena</th> <th>Validez excelente</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0%-69%</td> <td>70%-79%</td> <td>80%-89%</td> <td>90%-100%</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Claridad</td> <td>Esta formulado con lenguaje apropiado</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>2. Objetividad</td> <td>Esta expresado con conductas observadas</td> <td></td> <td></td> <td>85%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Actualidad</td> <td>Adecuado al avance de la ciencia y calidad</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>4. Organizacion</td> <td>Existe una organización logica del instrumento</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>5. Suficiencia</td> <td>Valora los aspectos en cantidad y calidad</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>6. Intencionalidad</td> <td>Adecuado para cumplir con los objetivos</td> <td></td> <td></td> <td>85%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. Consistencia</td> <td>Basado en el aspecto teorico cientifico del tema de estudio</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>8. Coherencia</td> <td>Entre las hipotesis dimensiones e indicadores</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>9. Metodologia</td> <td>Las estrategias responden al proposito del estudio</td> <td></td> <td></td> <td>90%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10. Conveniencia</td> <td>Genera nuevas pautas para la investigacion y construccion de teorias</td> <td></td> <td></td> <td>90%</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROMEDIO DE VALORACION</td> <td colspan="4">90.5%</td> </tr> </tbody> </table>		ITEM	DESCRIPCION	CALIFICACION				Validez inaceptable	Validez aceptable	Validez buena	Validez excelente	1	2	3	4			0%-69%	70%-79%	80%-89%	90%-100%	1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				90%	2. Objetividad	Esta expresado con conductas observadas			85%		3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y calidad				95%	4. Organizacion	Existe una organización logica del instrumento				95%	5. Suficiencia	Valora los aspectos en cantidad y calidad				95%	6. Intencionalidad	Adecuado para cumplir con los objetivos			85%		7. Consistencia	Basado en el aspecto teorico cientifico del tema de estudio				90%	8. Coherencia	Entre las hipotesis dimensiones e indicadores				90%	9. Metodologia	Las estrategias responden al proposito del estudio			90%		10. Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigacion y construccion de teorias			90%		PROMEDIO DE VALORACION		90.5%			
ITEM	DESCRIPCION			CALIFICACION																																																																																			
				Validez inaceptable	Validez aceptable	Validez buena	Validez excelente																																																																																
		1	2	3	4																																																																																		
		0%-69%	70%-79%	80%-89%	90%-100%																																																																																		
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				90%																																																																																		
2. Objetividad	Esta expresado con conductas observadas			85%																																																																																			
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y calidad				95%																																																																																		
4. Organizacion	Existe una organización logica del instrumento				95%																																																																																		
5. Suficiencia	Valora los aspectos en cantidad y calidad				95%																																																																																		
6. Intencionalidad	Adecuado para cumplir con los objetivos			85%																																																																																			
7. Consistencia	Basado en el aspecto teorico cientifico del tema de estudio				90%																																																																																		
8. Coherencia	Entre las hipotesis dimensiones e indicadores				90%																																																																																		
9. Metodologia	Las estrategias responden al proposito del estudio			90%																																																																																			
10. Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigacion y construccion de teorias			90%																																																																																			
PROMEDIO DE VALORACION		90.5%																																																																																					
OBSERVACIONES:	FIRMA DEL EXPERTO																																																																																						
	  Rando Porras Olarte INGENIERO CIVIL CIP. 87979																																																																																						
	FECHA																																																																																						
	07/02/24																																																																																						

Anexo N° 06: certificados de laboratorio



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° :106-ICONEG-2023

Cantera : 3 de Diciembre

Código de formato :---

N° de muestra : AG. FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Ensayado por : F.T.P

Fecha de recepción : Octubre - 2023

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER) - MTC E 220

A.- INFORMACION PREVIA AL ENSAYO

MATERIAL: PASANTE DE POR LA MALLA No. 30 y RETENIDO No. 70

REACTIVO: CARBONATO SÓDICO

TIPO DE LIGANTE: PEN 85/100

B.- LA DISOLUCIÓN DE CONCENTRACIÓN

Molaridad	G de Na2 CO3/1 disolución	CONCENTRACION PARA 20 cm ³ , USADA	INDICE DE ADHESIVIDAD
M/256	0.414	0.021	1
M/128	0.828	0.041	2
M/64	1.656	0.083	3
M/32	3.312	0.166	4
M/16	6.625	0.331	5
M/8	13.250	0.663	6
M/4	26.5	1.325	7
M/2	53	2.650	8
M/1	106	5.300	9
NO HAY DESPLAZAMIENTO M/1			10

C.- RESULTADO

TEMPERATURA DE ENSAYO: 18.2

MUESTRA	DESPRENDIMIENTO PARCIAL		DESPRENDIMIENTO TOTAL	
	INDICE	MOLARIDAD	INDICE	MOLARIDAD
AG. FINO + CSS-1H	9	M/64	9	M/64

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el testista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Ing. Civil Abilio Robert Palomino Mendez
ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289436
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Fecha de recepción : Octubre - 2023

NTP 400.016:2020, AGREGADOS.DETERMINACIÓN DE LA INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR MEDIO DE SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO

1.- Datos

Código de Muestra : AG. GRUESO Y FINO **Fecha de Extracción** : Octubre - 2023
 Ubicación / N° Extracción : 3 de Diciembre

2.- Ensayo Cuantitativo

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS

TAMAÑO DE LOS TAMICES	Gradación de la muestra original	Peso de las fracciones comprendidas antes del ensayo, g	Peso de las fracciones comprendidas después del ensayo, g	%, que pasa por los tamices después del ensayo	Porcentaje de Pérdida pesado
0.6 mm (No 30) a No. 50	16	100	88.56	11.44	1.83
1.18 mm (No 16) a No. 30	18	100	88.52	11.48	2.07
2.36 mm (No 8) a No. 16	19	100	90.26	9.74	1.85
4.75 mm (No 4) a No. 8	27	100	91.52	8.48	2.29
9.50 mm (3/8") a No. 4	20	100	95.5	4.5	0.90
TOTALES	100				8.9

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS GRUESO

TAMAÑO DE LOS TAMICES*	Gradación de la muestra original	Peso de las fracciones comprendidas antes del ensayo, g	Peso de las fracciones comprendidas después del ensayo, g	%, que pasa por los tamices después del ensayo	Porcentaje de Pérdida pesado
63 mm (2 1/2") a 50 mm (2")					
63 mm (2 1/2") a 37.5 mm (1 1/2")					
50 mm (2") a 37.5 mm (1 1/2")					
63 mm (2 1/2") a 37.5 mm (1 1/2")					
37.5 mm (1 1/2") a 25 mm (1")					
37.5 mm (1 1/2") a 19.0 mm (3/4")					
25.0 mm (1") a 19.0 mm (3/4")					
19.0 mm (3/4") a 12.5 mm (1/2")					
19.0 mm (3/4") a 9.5 mm (3/8")	65.25	1007.5	1005.1	0.24	0.16
12.5 mm (1/2") a 9.5 mm (3/8")					
9.5 mm (3/8") a 4.75 mm (No 4)	34.75	302.5	297.6	1.62	0.56
TOTALES	100				0.7

Observaciones:

* El uso de los tamices dependera del la gradación que este conformada.

.- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad

.- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de un proveedor que lo produce.



Ing. Ciril Néstor Robert Palomino Mendez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289435
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Cantera : 3 de Diciembre

Código de formato : ---

N° de muestra : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Ensayado por : F.T.P

Fecha de recepción : Octubre - 2023

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS NORMA TÉCNICA: D4791

1.- Datos

Código de Muestra: : AG. GRUESO Y FINO

Fecha de Extracción : Octubre - 2023

Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN

2.- Ensayo

MATERIAL		MATERIAL TOTAL		CHATAS		ALARGADAS		NI CHATA, NI ALARGADA	
TAMIZ	ABERTURA	MASA TOT.	%	PESO	(%)	PESO	(%)	PESO	(%)
(pulg)	(mm)								
1"	25400	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
3/4"	19050	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
1/2"	12700	3230.6	57.47	127.6	48.74	117.4	46.77	2985.60	58.44
3/8"	9500	2391.2	42.53	134.2	51.26	133.6	53.23	2123.40	41.56
1/4"	6350	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
N°4	4760	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
TOTAL		5622	100.00	262	4.66	251	4.46	5109.00	90.88

Masa total de la Muestra, g	5622
Partículas Chatas y alargadas, %	9.12



Ing. César Roberto Palomino Méndez
ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289433
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Octubre - 2023

Cantera : 3 de Diciembre
N° de muestra : FINO
Ensayado por : F.T.P
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES - AASHTO T 330

1.- Datos

Código de Muestra : FINO **Designación de Granulometría:** B
Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de Extracción** : Noviembre -

2.- Ensayo

Donde:

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

VA = Valor de Azul de Metileno en mg de azul por grano de material seco pasa el tamiz de 0.075 mm (No 200)
 C = Concentración de solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución,
 V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación
 W = gramos de material seco utilizado en la prueba

	C, mg	W, g	V, ml
Prueba 1 =	5.1	10	10

VA =	5.100
------	-------

Observacion:

- 1) La muestra fue proporcionada por el cliente.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6. -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : --- **N° de muestra** : COMBINACION DE CANTER.

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Ubicación : Huancayo

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES - AASHTO T 330

1.- Datos

Código de Muestra : COMBINACION DE CANTER **Designación de Granulometría:** B

Ubicación / N° Extracción : Huancayo **Fecha de Extracción** Ene-00

2.- Ensayo

Donde:

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

VA = Valor de Azul de Metileno en mg de azul por grano de material seco pasa el tamiz de 0.075 mm (No 200)

C = Concentración de solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución,

V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación

W = gramos de material seco utilizado en la prueba

	C, mg	W, g	V, ml
Prueba 1 =	5.5	10	10

VA =	5.500
------	-------

Observación:

- 1) La muestra fue proporcionada por el cliente.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Cantera : 3 de Diciembre

Código de formato : ---

N° de muestra : AGREGADO GRUESO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Ensayado por : F.T.P

Fecha de recepción : Octubre - 2023

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

ASTM C131/C131M-20, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA LOS ÁNGELES

1.- Datos

Código de Muestra : AGREGADO GRUESO

Designación de Granulometría: B

Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de Extracción : Noviembre -

2.- Ensayo

Tabla 1 Granulometría de las muestras de ensayo*

PASANTE		TAMAÑOS		RETENIDO		Masa de los tamaños Indicados, g			
mm	in	mm	in	A	B	C	D	Granulometría	
37.50	1 1/2	25	1	1250 ± 25					
25.00	1	19	3/4	1250 ± 25					
19.00	3/4	12.5	1/2	1250 ± 10	2500 ± 10				
12.50	1/2	9.5	3/8	1250 ± 10	2500 ± 10				
9.50	3/8	8.3	1/4			2500 ± 10			
6.30	1/4	4.75	No 4			2500 ± 10			
4.75	No 4	2.38	No 8					5000 ± 10	
TOTAL				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	
NÚMERO DE ESFERAS				12	11	8	6		
MASA DE CARGA, g				5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15		
NÚMERO DE REVOLUCIONES				500	500	500	500		

Fuente: Tabla 1, ASTM C131/C131M-20, Modificación Propia.

MATERIAL EMPLEADO SEGÚN LA DESIGNACION GRANULOMETRICA

PASANTE		TAMAÑOS		RETENIDO		Masa Empleada, g			
mm	in	mm	in	A	B	C	D	Granulometría	
37.50	1 1/2	25	1						
25.00	1	19	3/4						
19.00	3/4	12.5	1/2		2496				
12.50	1/2	9.5	3/8		2503				
9.50	3/8	8.3	1/4						
6.30	1/4	4.75	No 4						
4.75	No 4	2.38	No 8						
Total de masa Empleada, g					4999				
Masa Retenido malla N°12, g					3956				
Pérdida (Pasante Malla N° 12), g					1043				
PERDIDA DE ABRACION, %					21				

Nota:

1.- Tabla Informativa para la ejecución del ensayo.

Observaciones:

* La muestra fue proporcionada por el cliente.



Ing. Civil Alisse Robert Palomino Mendez
ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289436
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Fecha de recepción : Octubre - 2023

MTC E 210; METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	16.6 °C
	HUMEDAD	36%

1.- EJECUCION DEL ENSAYO

1.1.- CON UNA A MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		Masa de Muestra, g	Masa con caras Fracturadas, g	% de caras Fracturadas	%, retenido gradacion Original	%, Promedio de caras fracturadas
Pasante Tamiz	Retenido Tamiz					
1 1/2 in.	1 in.	0	0	0	0	0
1 in.	3/4 in.	0	0	0	0	0
3/4 in.	1/2 in.	0	0	0	0	0
1/2 in.	3/8 in.	1246.58	1205.65	97	100	97
Total =		1246.58			100	97

Porcentaje de una a mas caras Fracturadas*: 97 %

1.2.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		Masa de Muestra, g	Masa con caras Fracturadas, g	% de caras Fracturadas	%, retenido gradacion Original	%, Promedio de caras fracturadas
Pasante Tamiz	Retenido Tamiz					
1 1/2 in.	1 in.	0	0	0	0	0
1 in.	3/4 in.	0	0	0	0	0
3/4 in.	1/2 in.	0	0	0	0	0
1/2 in.	3/8 in.	1246.58	1006.59	81	100	81
Total =		1246.58			100	81

Porcentaje de dos a mas caras Fracturadas*: 81 %

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Ing. Civil **Abel Robert Palomino Mendez**
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289435
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : — **N° de muestra** : AGREGADO FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Fecha de recepción : Octubre - 2023

NTP 339.146 Rev. 2019; SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO

A.- REACTIVO

Reactivo Empleado: Cloruro de calcio **Disolución:** 86 mL en 3.8 Litros

1.- Ejecucion de Ensayo

Preparacion del especimen de ensayo: Procedimiento B
Metodo de agitacion: Metodo Manual **Constante** : 254 mm

Lectura de Arena*	336	337	337
Lectura de Arcilla*	113	112	116
lectura de Arena Corregida	82	83	83
Arena Equivalente, SE*	73	75	72
Valor de Equivalente, SE*	74		

* Los datos son redondeados al numero entero superior

Observacion:

- 1) La muestra fue proporcionada por el cliente.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre
Codigo de formato : --- **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : Huancayo **Ensayado por** : F.T.P
Fecha de recepción : Noviembre - 2023 **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO - ASTM C127-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de muestra seca en horno de ensayo al aire, g	4256
B = Masa de muestra de ensayo "superficie saturada seca" en el aire, g	4287
C = Masa aparente de muestra saturada de ensayo en el agua, g	2617
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.549
Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (SSD)	2.57
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	2.60
Absorción %	0.73%

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO - ASTM C128-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de la muestra seca al horno, g	491.66
B = Masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración, g	658.3
C = Masa de Fiola lleno de la muestra y el agua hasta la marca de Calibración, g	965.87
S = Masa de la muestra de saturadosuperficialmente seca, g	500
Masa fiola, g	158.23
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.56
Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (SSD)	2.60
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	2.67
Absorción %	1.70%

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre
Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. FINO
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : F.T.P
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

NTP 400.024; MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO

1.- REACTIVO Y INSUMOS PREVIO AL ENSAYO

Solución de Hidróxido de Sodio (3 %): 3 g
 Agua Destilada : 97 ml

2.- ENSAYO

ESTANDAR GARDNER DE COLOR No.	PLACA ORGANICA No.
5	1
8	2
11	3 (Estandar)
14	4
16	5

	Mayor, Menor o igual		
RESULTADO DE LA PLACA ORGANICA NO. :	2	a	3

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Fecha de recepción : Octubre - 2023

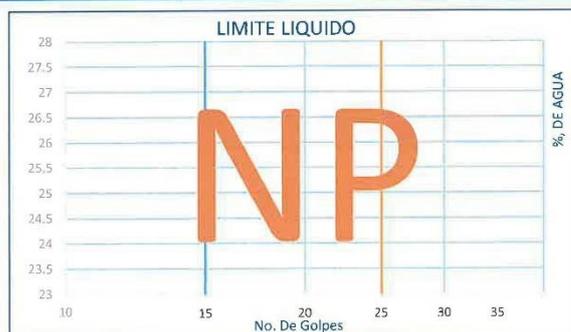
ASTM D4318-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	18.5 °C	METODO DE PREPARACION	SECA
	HUMEDAD	43%		PASANTE No. 200

B.- ENSAYO

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No. De Golpes	% DE AGUA	INDICE	INDICE	INDICE
NUMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-
MASA DE LA TARA, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO HUMEDO, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO SECO, g	-	-	-	-	-
MASA AGUA, g	NP	NP	NP	NP	NP
MASA SUELO SECO, g	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE AGUA. %	NP	NP	NP	NP	NP



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	NP

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Robert Palomino
 Ing. Civil **Robert Palomino Mendez**
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289438
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. FINO (No. 40)

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Fecha de recepción : Octubre - 2023

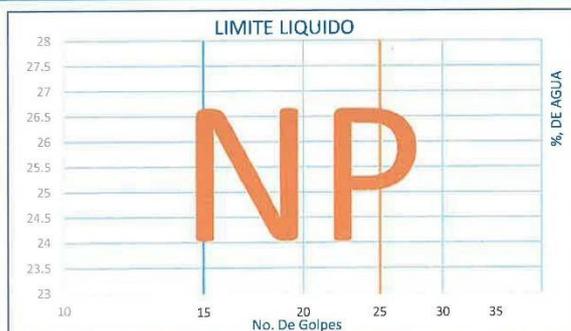
ASTM D4318-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	18.2	MÉTODO DE PREPARACION	SECA
	HUMEDAD	44%		PASANTE No. 40

B.- ENSAYO

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	No. De Golpes	% de Agua	Índice de Plasticidad	Límite Líquido	Límite Plástico
NUMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-
MASA DE LA TARA, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO HUMEDO, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO SECO, g	-	-	-	-	-
MASA AGUA, g	NP	NP	NP	NP	NP
MASA SUELO SECO, g	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE AGUA. %	NP	NP	NP	NP	NP



LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE PLÁSTICO	NP

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre

Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

Fecha de recepción : Octubre - 2023

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	19.6 °C	PROCEDIMIENTO DE LAVADO	A
	HUMEDAD	51%		LAVADO CON AGUA

B.- ENSAYO

AGREGADO GRUESO

Muestra	M-02
Tamaño máximo nominal	1/2"
Masa seca de la muestra original	4876.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	4821.00 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	1.13 %

AGREGADO FINO

Muestra	M-01
Masa seca de la muestra original	1684.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	1663.00 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	1.25 %

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre
Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023
Fecha de recepción : Noviembre - 2023

NTP 339.152; MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

AGREGADO GRUESO, g : 500.6
 AGREGADO FINO, g : 100.18

AGREGADO GRUESO :	0.035	%
	350.4	PPM
AGREGADO FINO :	0.056	%
	563.0	PPM

OBSERVACIONES

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Ing. Civil ABN Roberto Palomino Méndez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 209433
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



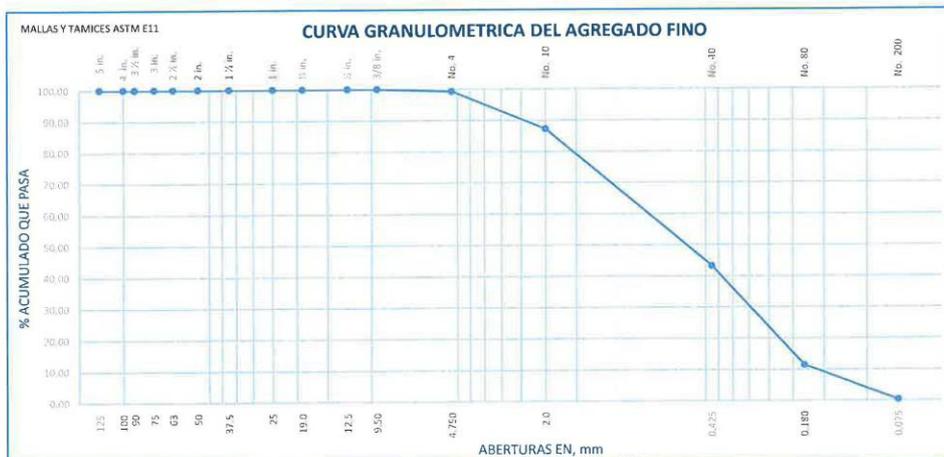
ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre
Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. FINO
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO FINO		FORMA DE PARTICULA: SUB REDONDEADA			
ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 1/2 in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 1/2 in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
1/2 in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	0	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.750	5	0.70	0.70	99.30
No. 10	2.000	86	12.04	12.74	87.26
No. 40	0.425	314	43.97	56.71	43.29
No. 80	0.180	226.99	31.78	88.49	11.51
No. 200	0.075	79.95	11.19	99.68	0.32
FONDO		2.25	0.32	100.00	---



OBSERVACIONES
 1.- Prohibida la reproducción sin previa autorización el laboratorio.
 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.



Ing. Civil Abilio Robert Palomino Mendez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289435
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegair.com



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre
Codigo de formato : --- **N° de muestra** : AG. GRUESO
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

FORMA DE PARTICULA: SUB ANGULOSA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 ½ in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 ½ in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 ½ in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	990	16.82	16.82	83.18
3/8 in.	9.500	1825	31.01	47.83	52.17
No. 4	4.750	1780	30.25	78.08	21.92
No. 10	2.000	1290	21.92	100.00	0.00
No. 40	0.425	0	0.00	100.00	0.00
No. 80	0.180	0	0.00	100.00	0.00
No. 200	0.075	0	0.00	100.00	0.00
FONDO		0	0.00	100.00	---



OBSERVACIONES

- 1.- Prohibido la reproducción sin previa autorización el laboratorio.
- 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.



Ing. Civil Abas Robert Plomina Mendez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 284436
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegeirl.com



ICONEG E.I.R.L.

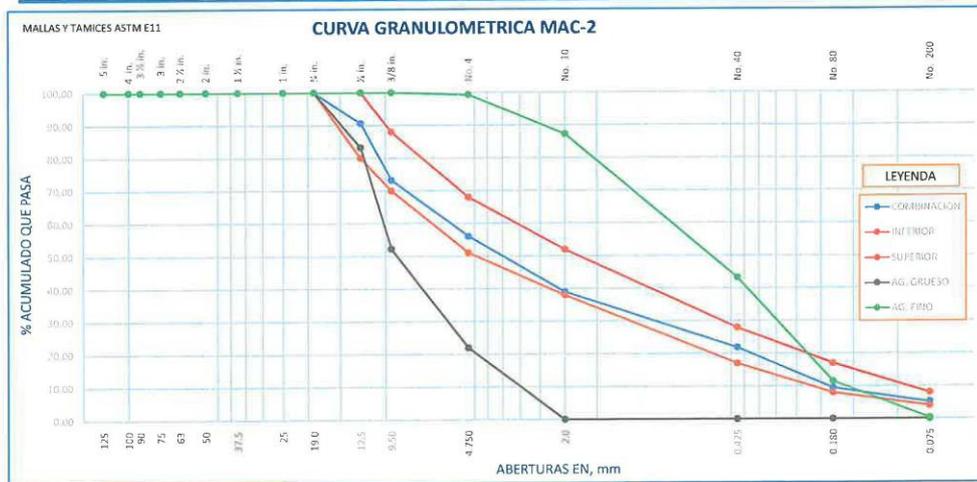
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : 106-ICONEG-2023
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Cantera : 3 de Diciembre
N° de muestra : COMBINACION DE CANTERA - MAC-2
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: MAC-2

ABERTURAS CUADRADAS	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	COMBINACIONES	
TAMIZ	"mm"	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	56%	39%	5%	
5 in.	125.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
4 in.	100.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
3 1/2 in.	90.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
3 in.	75.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
2 1/2 in.	63.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
2 in.	50.000	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
1 1/2 in.	37.500	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
1 in.	25.000	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
3/4 in.	19.000	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00	100.00
1/2 in.	12.500	83.18	100.00	100.00	46.58	39.00	5.00	90.58
3/8 in.	9.500	52.17	100.00	100.00	29.21	39.00	5.00	73.21
No. 4	4.750	21.92	99.30	100.00	12.28	38.73	5.00	58.00
No. 10	2.000	0.00	87.26	100.00	0.00	34.03	5.00	39.03
No. 40	0.425	0.00	43.29	100.00	0.00	16.88	5.00	21.88
No. 80	0.180	0.00	11.51	100.00	0.00	4.49	5.00	9.49
No. 200	0.075	0.00	0.32	100.00	0.00	0.12	5.00	5.12



OBSERVACIONES

- 1.- Prohibido la reproducción sin previa autorización el laboratorio.
- 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Cantera** : 3 de Diciembre
Código de formato : --- **N° de muestra** : AG. FINO - Preparado - SMA
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Fecha de emisión** : Noviembre - 2023
Ubicación : Huancayo

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO FINO		FORMA DE PARTICULA: SUB REDONDEADA			
ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 1/2 in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 1/2 in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
1/2 in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	0	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.750	0	0.00	0.00	100.00
No. 10	2.000	263	24.58	24.58	75.42
No. 40	0.425	214	20.00	44.58	55.42
No. 80	0.180	226.99	21.22	65.80	34.20
No. 200	0.075	179.95	16.82	82.62	17.38
FONDO		186	17.38	100.00	---



OBSERVACIONES
 1.- Prohibido la reproducción sin previa autorización el laboratorio.
 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023
Codigo de formato : --- **Cantera** : 3 de Diciembre
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **N° de muestra** : AG. GRUESO -Preparado -SMA
Ubicación : Huancayo **Fecha de emisión** : Noviembre-2023

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO GRUESO FORMA DE PARTICULA: SUB ANGULOSA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 ½ in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 ½ in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 ½ in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
¾ in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
½ in.	12.500	550	12.36	12.36	87.64
3/8 in.	9.500	2125	47.74	60.10	39.90
No. 4	4.750	1580	35.50	95.60	4.40
No. 10	2.000	196	4.40	100.00	0.00
No. 40	0.425	0	0.00	100.00	0.00
No. 80	0.180	0	0.00	100.00	0.00
No. 200	0.075	0	0.00	100.00	0.00
FONDO		0	0.00	100.00	---



OBSERVACIONES
 1.- Prohibido la reproducción sin previa autorización el laboratorio.
 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.

LABORATORIO ICONEG ENSAYO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. E. Garay Flores
 CIP 126976
 Jefe de Laboratorio

Ing. Civil Álvaro Roberto Palomino Méndez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289438
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

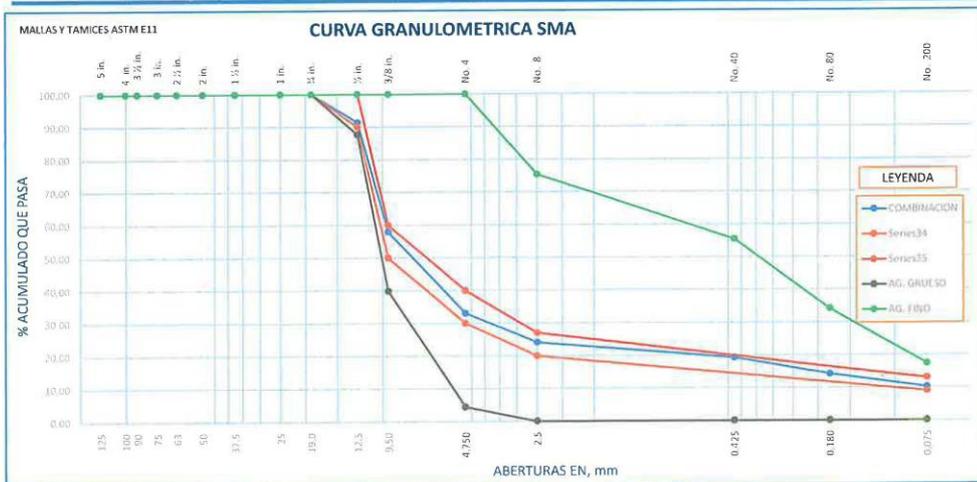
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : Huancayo
Cantera : 3 de Diciembre
N° de muestra : COMBINACION DE CANTERA - SMA
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: MEZCLA SMA

ABERTURAS CUADRADAS	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	COMBINACIONES	
TAMIZ	"mm"	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	70%	24%	6%	
5 in.	125.00	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
4 in.	100.00	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
3 ½ in.	90.00	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
3 in.	75.00	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
2 ½ in.	63.00	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
2 in.	50.00	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
1 ½ in.	37.500	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
1 in.	25.000	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
¾ in.	19.000	100.00	100.00	100.00	70.00	24.00	6.00	100.00
½ in.	12.500	87.64	100.00	100.00	61.35	24.00	6.00	91.35
3/8 in.	9.500	39.90	100.00	100.00	27.93	24.00	6.00	57.93
No. 4	4.750	4.40	100.00	100.00	3.08	24.00	6.00	33.08
No. 8	2.500	0.00	75.42	100.00	0.00	18.10	6.00	24.10
No. 40	0.425	0.00	55.42	100.00	0.00	13.30	6.00	19.30
No. 80	0.180	0.00	34.20	100.00	0.00	8.21	6.00	14.21
No. 200	0.075	0.00	17.38	100.00	0.00	4.17	6.00	10.17



OBSERVACIONES
 1.- Prohibida la reproducción sin previa autorización el laboratorio.
 2.- Los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
 Expediente N° : EXP-065-IDC-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
 N° de muestra : CONVENCIONAL - MEZCLA ASFALTICA
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE MEZCLA ASFALTICA MAC-2

Pag. : 1 de 2

1.- GRADACION DEL MATERIAL

% de Grava en Peso total de la Mezcla	56%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39%
% de filler en la mezcla	5%

% de Grava en Peso total del Agregado	58.95%
% de Arena en Peso total del Agregado	41.05%

2.- PROPORCIONES PARA LA ELEABORACION DE BRIQUETAS

TIPO DE MARTILLO: SOSTENIDO MANUALMENTE
 NUMERO DE GOLPES POR LADO: 75

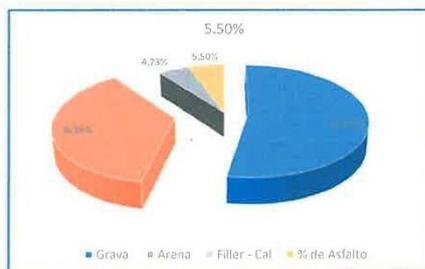
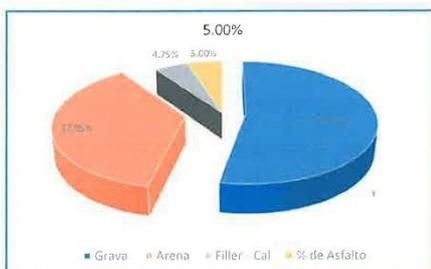
DIAMETRO DE MOLDE, cm : 10
 ALTURA, cm : 6.35

MUESTRA	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
°C, Fabricacion	140	140	140	140	140	140
°C, Compactacion	125	125	125	125	125	125
Numero de Golpes por Cara	75	75	75	75	75	75
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
% de Asfalto s/m	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%
Masa Total de Ag, g	1140	1134	1128	1122	1116	1110
Grava	638.4	635.04	631.68	628.32	624.96	621.6
Arena	444.6	442.26	439.92	437.58	435.24	432.9
Filler - Cal	57	56.7	56.4	56.1	55.8	55.5
Masa de Asfalto, g	60	66	72	78	84	90

3.- PROPORCIONES EN %

Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Masa de Asfalto, g	60	66	72	78	84	90
Masa Total de Ag, g	1140	1134	1128	1122	1116	1110
Grava	53.20%	52.92%	52.64%	52.36%	52.08%	51.80%
Arena	37.05%	36.86%	36.66%	36.47%	36.27%	36.08%
Filler - Cal	4.75%	4.73%	4.70%	4.68%	4.65%	4.63%
% de Asfalto	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%

4.- GRAFICOS DE PROPORCIONES DE ASFALTO





ICONEG E.I.R.L.

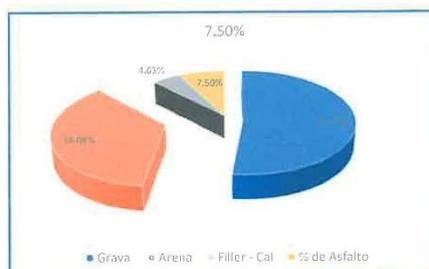
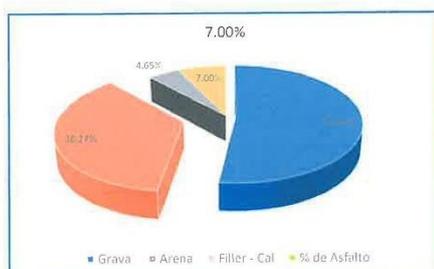
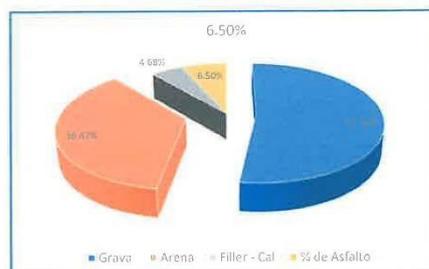
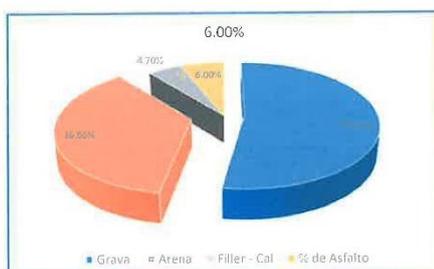
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : EXP-065-IDC-2023
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
N° de muestra : CONVENCIONAL - MEZCLA ASFÁLTICA
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE MEZCLA ASFÁLTICA MAC-2

Pag. : 2 de 2



Observaciones:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-065-IDC-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 5

1.- Ensayo de Marshall, datos extraídos previo al ensayo

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diámetro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALME NTE, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
5.00%	1	101.35	100.70	66.10	67.10	66.30	1206.20	638.42	1209.11	9.881	2.80
	2	101.50	101.60	59.20	59.00	59.20	1079.71	634.44	1172.83	8.510	3.00
	3	101.50	101.40	64.00	64.50	63.90	1175.83	594.77	1177.10	9.239	2.27
5.50%	4	101.40	101.30	68.00	67.90	68.30	1202.70	634.64	1207.65	10.497	2.80
	5	101.80	101.40	65.30	65.20	66.30	1151.78	604.47	1156.82	12.327	3.16
	6	101.45	101.80	63.90	64.70	64.20	1151.49	609.71	1155.95	9.472	2.70
6.00%	7	101.80	101.60	60.80	60.50	60.70	1132.57	590.02	1133.83	7.195	3.06
	8	101.70	101.60	63.20	62.40	63.20	1176.90	630.27	1178.07	10.463	3.17
	9	101.40	101.80	60.60	61.20	60.90	1139.85	614.75	1141.01	12.776	3.08
6.50%	10	102.00	101.70	62.00	62.10	62.20	1144.79	613.30	1145.47	12.202	3.09
	11	101.70	101.60	61.20	61.80	61.00	1132.86	604.66	1133.06	11.459	3.44
	12	101.40	101.80	63.40	62.80	62.60	1149.55	620.76	1162.74	8.145	3.57
7.00%	13	101.60	101.60	57.60	57.90	57.80	1076.22	569.35	1076.70	10.714	3.53
	14	101.80	102.10	61.60	61.70	61.20	1129.37	593.41	1129.57	9.913	3.52
	15	101.50	101.40	60.50	60.80	60.70	1116.37	586.04	1117.54	8.868	3.47
7.50%	16	102.10	101.60	59.65	59.50	60.00	1096.49	566.74	1097.65	10.115	3.82
	17	102.00	101.70	60.35	61.60	62.70	1122.58	570.52	1123.26	10.483	3.65
	18	101.70	101.35	60.40	60.50	60.75	1118.70	577.60	1119.38	8.852	3.56

2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%
Masa de muestra seca en el aire, g	1190.00	1191.00	1201.00	1196.00	1193.00	1197.00
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7733.00	7733.00	7733.00	7733.00	7733.00	7733.00
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8393.00	8393.00	8397.00	8393.00	8387.00	8388.00
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2.245	2.243	2.236	2.231	2.213	2.208

Observacion:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegairl.com



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-065-IDC-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 5

3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
5.00%	1	1206.20	1209.11	638.42	570.69	2.114
	2	1079.71	1172.83	634.44	538.39	2.005
	3	1175.83	1177.10	594.77	582.33	2.019
5.50%	4.00	1202.70	1207.65	634.64	573.02	2.099
	5.00	1151.78	1156.82	604.47	552.35	2.085
	6.00	1151.49	1155.95	609.71	546.24	2.108
6.00%	7	1132.57	1133.83	590.02	543.82	2.083
	8	1176.90	1178.07	630.27	547.80	2.148
	9	1139.85	1141.01	614.75	526.26	2.166
6.50%	10.00	1144.79	1145.47	613.30	532.18	2.151
	11.00	1132.86	1133.06	604.66	528.40	2.144
	12.00	1149.55	1162.74	620.76	541.98	2.121
7.00%	13	1076.22	1076.70	569.35	507.35	2.121
	14	1129.37	1129.57	593.41	536.16	2.106
	15	1116.37	1117.54	586.04	531.50	2.100
7.50%	16.00	1096.49	1097.65	566.74	530.92	2.065
	17.00	1122.58	1123.26	570.52	552.74	2.031
	18.00	1118.70	1119.38	577.60	541.78	2.065

4.- Datos Básicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Específica del Cemento Asfáltico	1.03
Gravedad Específica del Agregado Fino	2.55
Gravedad Específica del Agregado Grueso	2.60
Gravedad Específica del Filler	3.15

Observación:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-065-IDC-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 5

5.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRUQUETA	Diámetro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kn	ESTABILIDAD, kg
5.00%	1	101.03	66.500	533.05	0.96	9.88	9.49	967.28
	2	101.55	59.133	478.94	1.14	8.51	9.70	989.20
	3	101.45	64.133	518.42	1.00	9.24	9.24	942.11
5.50%	4.00	101.35	68.07	549.13	0.89	10.50	9.34	952.63
	5.00	101.50	65.60	530.79	0.96	12.33	11.83	1206.70
6.00%	6.00	101.63	64.27	521.29	0.96	9.47	9.09	927.21
	7	101.70	60.667	492.81	1.09	7.19	7.84	799.69
	8	101.65	62.933	510.72	1.00	10.46	10.46	1066.92
6.50%	9	101.60	60.900	493.74	1.09	12.78	13.93	1420.01
	10.00	101.85	62.10	505.95	1.04	12.20	12.69	1293.96
	11.00	101.65	61.33	497.74	1.04	11.46	11.92	1215.25
7.00%	12.00	101.60	62.93	510.22	1.00	8.15	8.15	830.55
	13	101.60	57.767	468.33	1.19	10.71	12.75	1300.05
	14	101.95	61.500	502.04	1.04	9.91	10.31	1051.28
7.50%	15	101.45	60.667	490.39	1.09	8.87	9.67	985.66
	16.00	101.85	59.72	486.53	1.09	10.11	11.03	1124.24
	17.00	101.85	61.55	501.46	1.04	10.48	10.90	1111.66
	18.00	101.53	60.55	490.17	1.09	8.85	9.65	983.84

6.- PROCESAMIENTO

% CEMENTO ASFALTICO	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	53.20%	52.92%	52.64%	52.36%	52.08%	51.80%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	37.05%	36.86%	36.66%	36.47%	36.27%	36.08%
% de filler en la mezcla	4.75%	4.73%	4.70%	4.68%	4.65%	4.63%
% de Grava en Peso total del Agregado	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%
% de Arena en Peso total del Agregado	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G _{sb}	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G _{mb}	2.046	2.097	2.132	2.139	2.109	2.054
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G _{mm}	2.245	2.243	2.236	2.231	2.213	2.208
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G _{se}	2.394	2.408	2.417	2.428	2.423	2.434
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P _{be}	5.03%	5.53%	6.03%	6.52%	7.02%	7.52%
%, Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	24.62%	23.14%	22.27%	22.45%	23.92%	26.33%
%, Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	8.87%	6.49%	4.66%	4.15%	4.70%	7.01%
%, Vacios llenos con Asfalto "VFA"	63.96%	71.95%	79.08%	81.51%	80.36%	73.38%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	966.19	1028.84	1095.54	1113.25	1112.33	1073.24
Promedio de FLUJO, mm	2.692	2.885	3.104	3.366	3.508	3.677
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3589.25	3565.71	3529.44	3307.15	3170.69	2918.41



Ing. Cirilo Roberto Palomino Méndez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289436
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegirl.com

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-065-IDC-2023
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
N° de muestra : CONVENCIONAL
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 5 de 5

8.- RESULTADOS

NUMERO DE GOLPES POR LADO:	75
ASFALTO, % :	6.30%
PESO UNITARIO, g/cm ³ :	2.138
ESTABILIDAD, kg :	1108
FLUJO, mm :	3.26
% DE VACIOS "VTM" :	4.35%
% VACIOS LLENOS DE CON ASFALTO :	80.50%
% VACIOS EN EL AGREGADO "VMA":	22.30%
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3398.77
RELACION POLVO - ASFALTO	0.74



COMPOSICION DE MEZCLA

	% Por Peso del Total de Mezcla	%, por Peso del total del Agregado
CEMENTO ASFALTICO	6.30%	--
GRAVA	52.47%	56.00%
ARENA	36.54%	39.00%
Filler - Cal	4.69%	5.00%

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Codigo de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : Huancayo

Cantera : 3 de Diciembre

Ligante Bituminoso : BETUTEC IB

Fibra : VIATOP 0.4%

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CON MEZCLAS STONE MASTIC ASPHALT (SMA)

Pag. : 1 de 2

1.- GRADACION DEL MATERIAL

% de Grava en Peso total de la Mezcla	70%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	24%
% de filler en la mezcla	6%

% de Grava en Peso total del Agregado	74.47%
% de Arena en Peso total del Agregado	25.53%

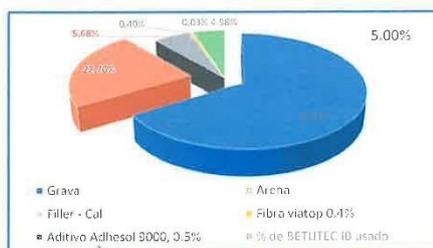
2.- PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DE BRIQUETAS

MUESTRA	TIPO DE MARTILLO: SOSTENIDO MANUALMENTE		DIAMETRO DE MOLDE, cm : 10			
	NUMERO DE GOLPES POR LADO: 50		ALTURA, cm : 6.35			
M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	
°C, Fabricacion	140	140	140	140	140	
°C, Compactacion	125	125	125	125	125	
Numero de Golpes por Cara	50	50	50	50	50	
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	
% de Asfalto s/m	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	
Masa Total de Ag, g	1135.2	1129.2	1123.2	1117.2	1111.2	
Grava	794.64	790.44	786.24	782.04	777.84	
Arena	272.45	271.01	269.57	268.13	266.69	
Filler - Cal	68.11	67.75	67.39	67.03	66.67	
Fibra viatop 0.4%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
Aditivo Adhesol 9000, 0.5%	0.3	0.33	0.36	0.39	0.42	
Masa de BETUTEC IB, g	60	66	72	78	84	
Masa de BETUTEC IB Usar, g	59.7	65.67	71.64	77.61	83.58	

3.- PROPORCIONES EN %

Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Masa de Asfalto, g	60	66	72	78	84	90
Masa Total de Ag, g	1135.2	1129.2	1123.2	1117.2	1111.2	1105.2
Grava	66.22%	65.87%	65.52%	65.17%	64.82%	64.47%
Arena	22.70%	22.58%	22.46%	22.34%	22.22%	22.10%
Filler - Cal	5.68%	5.65%	5.62%	5.59%	5.56%	5.53%
Fibra viatop 0.4%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%
Aditivo Adhesol 9000, 0.5%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.04%	0.04%
% de BETUTEC IB usado	4.98%	5.47%	5.97%	6.47%	6.97%	7.46%
% de BETUTEC IB teorico	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%

4.- GRAFICOS DE PROPORCIONES DE ASFALTO



Ing. Ciro Rolando Palomino Mendez
ASESOR TÉCNICO CIP. N° 209434
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



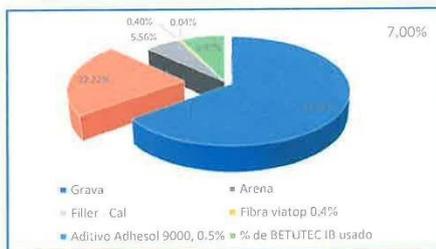
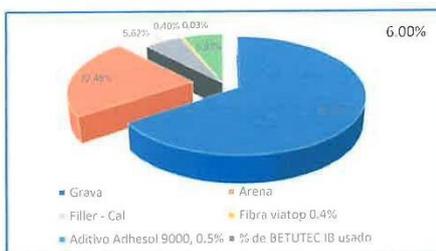
ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : 106-ICONEG-2023
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
Ubicación : Huancayo
Cantera : 3 de Diciembre
Ligante Bituminoso : BETUTEC IB
Fibra : VIATOP 0.4%
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CON MEZCLAS STONE MASTIC ASPHALT (SMA)

Pag. 12 de 2



Observaciones:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Ing. Civil **Roberto Palomino Mendoza**
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289438
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 Canteras : 3 de Diciembre

Código de formato : --- Ligante Bituminoso : BETUTEC IB

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS Fibra : VIATOP 0.4%

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 5

STONE MASTIC ASPHALT (SMA)

1.- Ensayo de Marshall, datos extraídos previo al ensayo

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALMTE, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
5.00%	SMA-01	102.00	102.10	66.30	67.10	66.10	1243.50	695.40	1246.50	11.60	2.61
	SMA-02	101.70	102.00	59.20	59.00	59.20	1113.10	695.30	1209.10	9.99	2.13
	SMA-03	101.40	101.70	63.90	64.50	64.00	1212.20	654.40	1213.50	10.84	2.43
5.50%	SMA-04	101.60	101.70	68.30	67.90	68.00	1239.90	695.50	1245.00	12.07	2.68
	SMA-05	101.80	101.60	66.30	65.20	65.30	1187.40	664.40	1192.60	14.18	2.61
	SMA-06	101.50	101.80	64.20	64.70	63.90	1177.10	649.80	1181.70	10.89	2.51
6.00%	SMA-07	101.60	101.60	60.70	60.50	60.80	1167.60	639.50	1168.90	7.28	2.99
	SMA-08	101.70	102.10	63.20	62.40	63.20	1213.30	681.00	1214.50	12.04	2.74
	SMA-09	101.35	101.40	60.90	61.20	60.60	1175.10	665.00	1176.30	14.70	2.58
6.50%	SMA-10	101.60	101.80	62.20	62.10	62.00	1180.20	653.50	1180.90	14.03	3.02
	SMA-11	101.60	101.70	61.00	61.80	61.20	1167.90	654.60	1168.10	13.18	3.19
	SMA-12	101.80	101.40	62.60	62.80	63.40	1198.10	681.20	1198.70	9.37	3.13
7.0%	SMA-13	100.70	101.30	57.80	57.90	57.60	1109.50	622.20	1110.00	12.52	3.46
	SMA-14	101.60	101.40	61.20	61.70	61.60	1164.30	659.00	1164.50	11.40	3.63
	SMA-15	101.40	101.80	60.70	60.80	60.50	1150.90	649.40	1152.10	10.36	3.65
7.50%	SMA-16	101.35	101.40	60.00	59.50	59.65	1130.40	635.50	1131.60	12.03	3.80
	SMA-17	101.50	101.60	62.70	61.60	60.35	1157.30	649.40	1158.00	12.57	3.89
	SMA-18	101.50	101.45	60.75	60.50	60.40	1153.30	656.70	1154.00	10.18	3.73

2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%
Masa de muestra seca en el aire, g	1196.00	1195.00	1200.00	1196.00	1194.00	1186.00
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7733.00	7733.00	7733.00	7733.00	7733.00	7733.00
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8427.00	8426.00	8428.00	8423.00	8419.00	8410.00
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2.382	2.380	2.376	2.364	2.350	2.330

Observacion:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
 Cantera : 3 de Diciembre
 Ligante Bituminoso : BETUTEC IB
 Fibra : VIATOP 0.4%
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 5

3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
5.00%	SMA-01	1243.50	1246.50	699.40	547.10	2.273
	SMA-02	1113.10	1209.10	695.30	513.80	2.166
	SMA-03	1212.20	1213.50	654.40	559.10	2.168
5.50%	SMA-04	1239.90	1245.00	695.50	549.50	2.256
	SMA-05	1187.40	1192.60	664.40	528.20	2.248
	SMA-06	1177.10	1181.70	649.80	531.90	2.213
6.00%	SMA-07	1167.60	1168.90	639.50	529.40	2.206
	SMA-08	1213.30	1214.50	681.00	533.50	2.274
	SMA-09	1175.10	1176.30	665.00	511.30	2.298
6.50%	SMA-10	1180.20	1180.90	653.50	527.40	2.238
	SMA-11	1167.90	1168.10	654.60	513.50	2.274
	SMA-12	1198.10	1198.70	681.20	517.50	2.315
7.00%	SMA-13	1109.50	1110.00	622.20	487.80	2.274
	SMA-14	1164.30	1164.50	659.00	505.50	2.303
	SMA-15	1150.90	1152.10	649.40	502.70	2.289
7.50%	SMA-16	1130.40	1131.60	635.50	496.10	2.279
	SMA-17	1157.30	1158.00	649.40	508.60	2.275
	SMA-18	1153.30	1154.00	656.70	497.30	2.319

4.- Datos Básicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Específica del Cemento Asfáltico 1.03
 Gravedad Específica del Agregado Fino 2.55
 Gravedad Específica del Agregado Grueso 2.60
 Gravedad Específica del Filler 3.15

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Código de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre

Ligante Bituminoso : BETUTEC IB

Fibra : VIATOP 0.4%

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 5

5.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, kg
5.00%	SMA-01	102.05	66.500	543.92	0.93	11.60	10.78	1099.60
	SMA-02	101.85	59.133	481.78	1.09	9.99	10.88	1109.88
	SMA-03	101.55	64.133	519.44	1.00	10.84	10.84	1105.53
5.50%	SMA-04	101.65	68.07	552.38	0.89	12.07	10.75	1095.76
	SMA-05	101.70	65.60	532.89	0.96	14.18	13.61	1388.00
	SMA-06	101.65	64.27	521.54	0.96	10.89	10.46	1066.52
6.00%	SMA-07	101.60	60.667	491.84	1.09	7.28	7.94	809.32
	SMA-08	101.90	62.933	513.24	1.00	12.04	12.04	1227.22
	SMA-09	101.38	60.900	491.55	1.09	14.70	16.02	1633.36
6.50%	SMA-10	101.70	62.10	504.46	1.04	14.03	14.60	1488.37
	SMA-11	101.65	61.33	497.74	1.04	13.18	13.71	1397.84
	SMA-12	101.60	62.93	510.22	1.00	9.37	9.37	955.34
7.00%	SMA-13	101.00	57.767	462.82	1.19	12.52	14.90	1519.51
	SMA-14	101.50	61.500	497.62	1.04	11.40	11.86	1209.24
	SMA-15	101.60	60.667	491.84	1.09	10.36	11.29	1151.04
7.50%	SMA-16	101.38	59.72	482.00	1.09	12.03	13.11	1336.66
	SMA-17	101.55	61.55	498.51	1.04	12.57	13.08	1333.26
	SMA-18	101.48	60.55	489.69	1.09	10.18	11.10	1131.66

6.- PROCESAMIENTO

% CEMENTO ASFALTICO	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	66.22%	65.87%	65.52%	65.17%	64.82%	64.47%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	22.70%	22.58%	22.46%	22.34%	22.22%	22.10%
% de filler en la mezcla	5.68%	5.65%	5.62%	5.59%	5.56%	5.53%
% de Grava en Peso total del Agregado	74.5%	74.5%	74.5%	74.5%	74.5%	74.5%
% de Arena en Peso total del Agregado	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G _{1a}	2.587	2.587	2.587	2.587	2.587	2.587
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G _{mb}	2.202	2.239	2.259	2.276	2.289	2.291
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G _{mm}	2.382	2.380	2.376	2.364	2.350	2.330
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G _{se}	2.559	2.577	2.593	2.597	2.601	2.596
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P _{be}	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%	7.50%
%, Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	19.11%	18.20%	17.89%	17.74%	17.70%	18.07%
%, Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	7.55%	5.94%	4.92%	3.72%	2.61%	1.67%
%, Vacios llenos con Asfalto "VFA"	60.47%	67.37%	72.51%	79.04%	85.26%	90.74%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1105.01	1183.43	1223.30	1280.52	1293.26	1267.19
Promedio de FLUJO, mm	2.391	2.603	2.769	3.113	3.579	3.806
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	4622.14	4545.67	4417.51	4113.07	3613.21	3329.89

Observacion:

* Los datos extraidos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraidas y entregadas por el cliente al laboratorio.





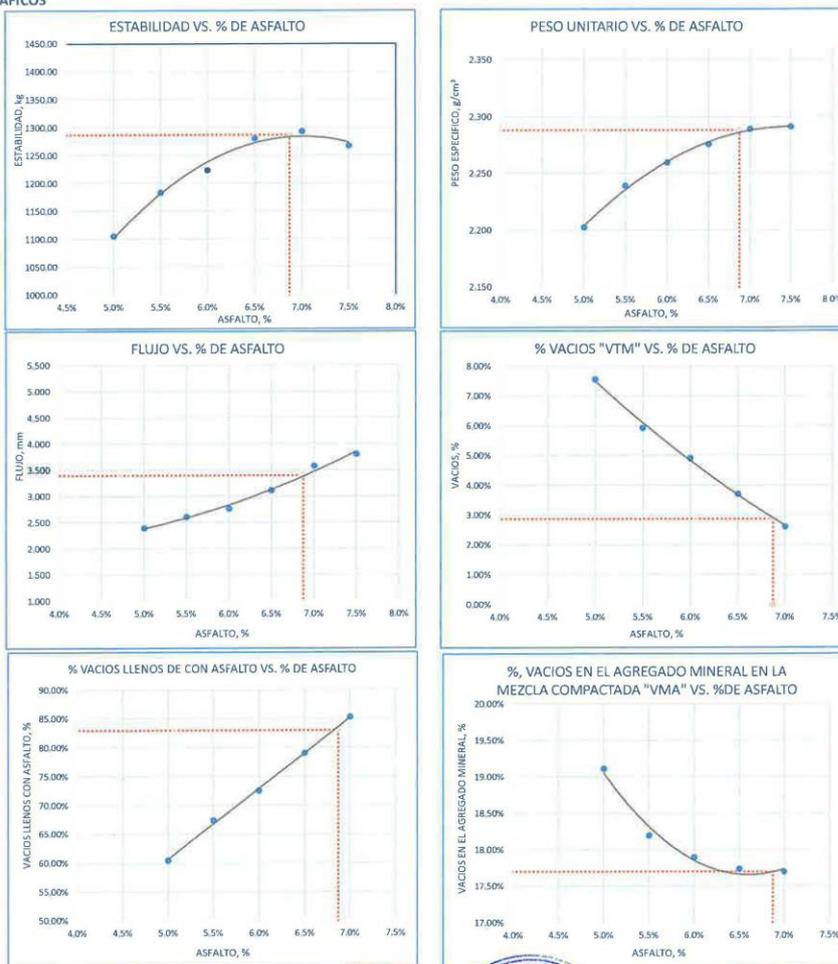
ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
 Expediente N° : 106-ICONEG-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
 Cantero : 3 de Diciembre
 Ligante Bituminoso : BETUTEC IB
 Fibra : VIATOP 0.4%
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504
 Página: 4 de 5

7.- GRAFICOS



LABORATORIO ICONEG ENSAYO DE MATERIAS
 Ing. Eric Garay Flores
 Ing. Civil Abilio Robert Palomino Mendez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289438
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Código de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre

Ligante Bituminoso : BETUTEC IB

Fibra : VIATOP 0.4%

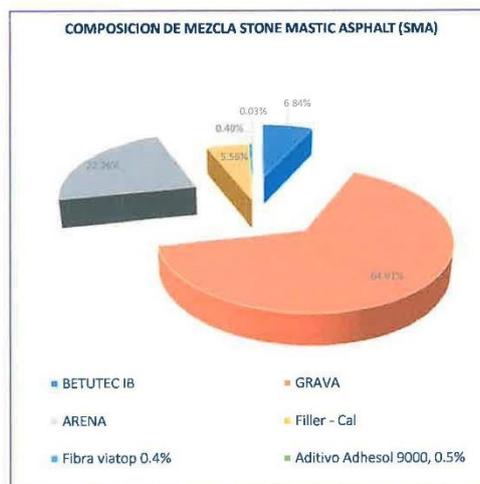
Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 5 de 5

8.- RESULTADOS

NUMERO DE GOLPES POR LADO:	50
ASFALTO, %:	6.87%
PESO UNITARIO, g/cm ³ :	2.288
ESTABILIDAD, kg:	1287
FLUJO, mm:	3.40
% DE VACIOS "VTM":	2.87%
% VACIOS LLENOS DE CON ASFALTO:	83.00%
% VACIOS EN EL AGREGADO "VMA":	17.70%
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3785.29
RELACION POLVO - ASFALTO	0.81



COMPOSICION DE MEZCLA STONE MASTIC ASPHALT (SMA)

COMPONENTES	% Por Peso del Total de Mezcla	%, por Peso del total del Agregado
BETUTEC IB	6.84%	--
GRAVA	64.91%	70.00%
ARENA	22.26%	24.00%
Filler - Cal	5.56%	6.00%
Fibra viatop 0.4%	0.40%	-
Aditivo Adhesol 9000, 0.5%	0.03%	-

Observacion:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Ing. Chel Adán Robert Palomino Méndez
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 209435
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Código de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre

Ligante Bituminoso : BETUTEC 1B

Fibra : VIATOP 0.4%

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 3

STONE MASTIC ASPHALT (SMA) Y MAC-2 "OPTIMOS"

1.- Ensayo de Marshall, datos extraídos previo al ensayo

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Díametro (mm)			ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	ESTABILIDAD, KN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3						
6.87%	SMA-01 OT	101.65	101.98	66.58	66.18	65.88	1156.46	652.80	1159.25	13.47	3.39	
	SMA-02 OT	101.84	101.58	66.15	65.98	65.84	1035.18	670.80	1124.46	13.52	3.46	
	SMA-03 OT	101.26	101.67	66.23	65.78	65.39	1127.35	635.60	1128.56	13.18	3.43	
6.30%	MAC-OPT1	101.36	101.84	66.35	66.58	65.82	1153.11	616.82	1157.85	11.75	3.21	
	MAC-OPT2	101.48	101.74	66.28	65.89	65.82	1104.28	600.30	1109.12	11.60	3.28	
	MAC-OPT3	101.95	101.88	66.39	65.74	65.73	1094.70	584.31	1098.98	11.64	3.18	

2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	6.87%	6.30%
Masa de muestra seca en el aire, g	1187.08	1201.00
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7578.34	7733.00
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8260.46	8397.70
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2.351	2.239

Observacion:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023
 Código de formato : ---
 Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : 3 de Diciembre
 Ligante Bituminoso : BETUTEC IB
 Fibra : VIATOP 0.4%
 Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 3

3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
6.87%	SMA-01 OT	1156.46	1159.25	652.80	506.45	2.283
	SMA-02 OT	1035.18	1124.46	670.80	453.66	2.282
	SMA-03 OT	1127.35	1128.56	635.60	492.96	2.287
6.30%	MAC-OPT1	1153.11	1157.85	616.82	541.04	2.131
	MAC-OPT2	1104.28	1109.12	600.30	508.82	2.170
	MAC-OPT3	1094.70	1098.98	584.31	514.67	2.127

4.- Datos Básicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Específica del Cemento Asfáltico	1.03
Gravedad Específica del Agregado Fino	2.55
Gravedad Específica del Agregado Grueso	2.60
Gravedad Específica del Filler	3.15

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Cantera : 3 de Diciembre

Código de formato : ---

Ligante Bituminoso : BETUTECH IB

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Fibra : VIATOP 0.4%

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 3

5.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correccion	ESTABILIDAD, KN	ESTABILIDAD CORREGIDA, Kn	ESTABILIDAD, kg
6.87%	SMA-01 OT	101.82	66.213	539.09	0.93	13.47	12.53	1277.39
	SMA-02 OT	101.71	65.990	536.16	0.93	13.52	12.57	1282.13
	SMA-03 OT	101.47	65.800	532.04	0.96	13.18	12.65	1290.21
6.30%	MAC-OPT1	101.60	66.25	537.11	0.93	11.75	10.93	1114.28
	MAC-OPT2	101.61	66.00	535.16	0.93	11.60	10.79	1100.05
	MAC-OPT3	101.92	65.95	538.03	0.93	11.64	10.83	1103.85

6.- PROCESAMIENTO

	SMA	MAC-2
% CEMENTO ASFALTICO	6.87%	6.30%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	66.22%	65.87%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	22.70%	22.58%
% de filler en la mezcla	5.68%	5.65%
% de Grava en Peso total del Agregado	74.5%	74.5%
% de Arena en Peso total del Agregado	25.5%	25.5%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G _{ab}	2.587	2.587
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G _{mb}	2.284	2.143
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G _{mm}	2.351	2.239
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G _{se}	2.596	2.431
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P _{ab}	0.15%	-2.54%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P _{se}	6.87%	6.32%
% Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	17.76%	22.38%
% Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	2.84%	4.31%
% Vacios llenos con Asfalto "VFA"	84.01%	80.73%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1283.24	1106.06
Promedio de FLUJO, mm	3.427	3.223
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3744.87	3431.41

Observacion:

* Los datos extraidos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraidas y entregadas por el cliente al laboratorio.



PROYECTO: TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Cantera : 3 de Diciembre

Código de formato : ---

Descripción : Mezcla de Mac 2 + SMA

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

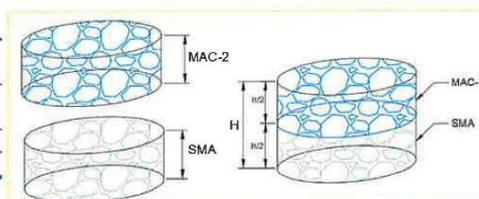
Hoja: 01 de 02

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

DISEÑO DE MAC-2 Y SMA

1.- INFORMACION PREVIA AL ENSAYO

TIPO DE MARTILLO:	SOSTENIDO MANUALMENTE
NUMERO DE GOLPES POR LADO:	50 -75
°C. FABRICACION:	140
°C. COMPACTACION:	125



2.- DETERMINACION DEL VOLUMEN POR METODO LINEAL

MUESTRA	CODIGO DE BRIQUETA	Diámetro (mm)		ALTURAS (mm)			DIAMETRO PROMEDIO, cm	ALTURAS PROMEDIO, cm	VOLUMEN DE BRIQUETA, cm ³
		D1	D2	H1	H2	H3			
COMB-01	M1	102.00	102.10	61.25	61.33	61.44	10.21	6.13	501.72
COMB-02	m2	102.10	101.98	61.35	61.84	61.35	10.20	6.15	503.04
COMB-03	m3	101.58	102.10	61.47	61.95	61.38	10.18	6.16	501.77
COMB-04	m4	101.65	101.52	61.58	61.47	61.88	10.16	6.16	499.61
COMB-05	m5	101.70	102.00	61.38	61.85	61.38	10.19	6.15	501.36

3.- PROCESAMIENTO, ASTM D 2726; GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA, Gmb

MUESTRA	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL MENTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, Gmb
COMB-01	M1	1192.20	666.80	1192.40	525.60	2.268
COMB-02	m2	1195.90	667.30	1196.10	528.80	2.262
COMB-03	m3	1195.60	665.80	1196.90	531.10	2.251
COMB-04	m4	1201.80	673.40	1206.50	533.10	2.254
COMB-05	m5	1183.20	661.70	1184.00	522.30	2.265

Observacion:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controlados.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Ing. Cnd. Hubert Palomino Meander
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289436
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

Cantera : 3 de Diciembre

Código de formato : ---

Descripción : Mezcla de Mac 2 + SMA

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

Hoja: 02 de 02

4.- ENSAYO DE RESISTENCIA Y FLUJO

MUESTRA	CODIGO DE BRIQUETA	ESTABILIDAD, kN	VOLUMEN DE BRIQUETA, cm ³	FACTOR DE CORRECCION	FLUJO, mm	ESTABILIDAD CORREGIDA, kg
COMB-01	M1	11.45	501.72	1.04	3.48	1214.26
COMB-02	m2	11.35	503.04	1.04	3.38	1203.65
COMB-03	m3	11.49	501.77	1.04	3.42	1218.50
COMB-04	m4	11.43	499.61	1.04	3.49	1212.14
COMB-05	m5	11.53	501.36	1.04	3.37	1222.74

5.- RESULTADOS

Estabilidad Corregida Promedio	1214.26	kg
Flujo Promedio	3.428	mm
Gravedad Especifica Bulk	2.260	



Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Ing. Civil *Robert Padomino Mendez*
 ASESOR TÉCNICO CIP. N° 289438
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023

N° de muestra : SMA

Código de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Ensayado por : F.T.P

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	19.4 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	49%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
SMA	1	1189.7	1086.8	8.6%	8.6%
	2	1186.5	1083.4	8.7%	
	3	1192.4	1094.3	8.2%	
	4	1196.3	1089.1	9.0%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° :106-ICONEG-2023

N° de muestra : Mezcla de Mac 2 + SMA

Código de formato :---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Ensayado por : F.T.P.

Fecha de emisión : Noviembre - 2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	19.2 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	50%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
Mezcla de MAC - 2 + SMA	1	1196.3	1075.4	10.1%	10.2%
	2	1197.4	1072.4	10.4%	
	3	1198.4	1077.1	10.1%	
	4	1196.5	1073.6	10.3%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.





ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° : 106-ICONEG-2023 **Muestra** : MAC-2
Código de formato : ---
Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P.
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Marzo - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

 1.1.- Gravedad Específica Teórica Máxima de la Mezcla, G_{mm} : 2.485

1.2.- Obtención de Medidas de los Especímenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
MAC-2	16	101.60	101.60	101.60	62.80	63.00	62.90	62.90
	17	101.30	101.50	101.40	63.20	63.40	63.30	63.30
	18	101.60	101.80	101.70	63.10	63.20	63.00	63.10

1.3.- Obtención de Medidas de los Especímenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
MAC-2	25	101.30	101.50	101.40	63.00	63.50	63.40	63.30
	26	101.90	101.90	101.90	62.30	62.50	62.40	62.40
	27	101.40	101.60	101.50	62.60	62.50	63.00	62.70

 1.4.- Determinación de la Gravedad Específica Bulk, G_{mb} (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALMENT E, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
MAC-2	16	1153.1	654.6	1155.6	501.0	2.302
	17	1167.4	665.2	1168.5	503.3	2.319
	18	1164.8	660.5	1166.6	506.1	2.302

 1.5.- Determinación de la Gravedad Específica Bulk, G_{mb} (Especímenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALMENT E, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
MAC-2	25	1164.3	659.7	1166.1	506.4	2.299
	26	1173.4	666.3	1175.4	509.1	2.305
	27	1159.2	659.2	1160.1	500.9	2.314

 1.6.- Cálculo de Porcentaje de vacíos de aire, P_a

1.6.1.- Especímenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire, P_a
MAC-2	16	7.38
	17	6.66
	18	7.38

1.6.1.- Especímenes Húmedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire, P_a
MAC-2	25	7.48
	26	7.25
	27	6.87

 1.7.- Volumen de vacíos de aire, V_a (Solo para los especímenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacíos de aire, P_a	vacíos de aire, V_a (cm^3)
MAC-2	25	501.0	7.48	37.46
	26	503.3	7.25	36.49
	27	506.1	6.87	34.78

* Los especímenes húmedos son aquellos que están sometidos a una saturación parcial y acondicionamiento húmedo con un ciclo de congelamiento.


 Inge. Carlos Roberto Salomón Alender
 ASESOR TECNICO CIP N° 289435
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegeirl.com



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 Muestra : MAC-2

Código de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS Ensayado por : F.T.P.

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN Fecha de emisión : Marzo - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPECIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J', volumen de agua absorbida (cm ³)
MAC-2	25	2.5
	26	1.1
	27	1.8

3.- DETERMINACION DEL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tension (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diámetro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kg	N			kPa	kg/cm ²
MAC-2	16	510.6	5007.36	62.90	101.60	498.82	5.087
	17	540.28	5298.42	63.30	101.40	525.51	5.359
	18	520.77	5107.09	63.10	101.70	506.64	5.166

3.2.- Esfuerzo a tension (Especímenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Deformacion (δh), mm	Espesor, mm	Diámetro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kg	N				kPa	kg/cm ²
MAC-2	25	455.65	4468.47	0.21	63.30	101.40	443.20	4.519
	26	430.66	4223.40	0.22	62.40	101.90	422.85	4.312
	27	400.50	3927.63	0.19	62.70	101.50	392.90	4.006

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacos de aire		Esfuerzo a la tension, kg/cm ²		Evaluacion Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	16	7.38	7.14	5.087	5.20	1
	17	6.66		5.359		1
	18	7.38		5.166		1
ACONDICIONADO	25	7.48	7.20	4.519	4.28	1
	26	7.25		4.312		1
	27	6.87		4.006		1

* La Inspeccion visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Resultado Razón del Esfuerzo a tension (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tension, kPa		Razón del Esfuerzo a tension (TSR)	Promedio	DEFORMACION, cm
	Seco	Acondicionado			
MAC-2	498.82	443.20	88.85%	82.29%	0.21
	525.51	422.85	80.46%		0.22
	506.64	392.90	77.55%		0.19



Ing. Civil *Robert Palomino Mendez*
 ASESOR TECNICO CIP N° 289435
 ESPECIALISTAS EN MECANICA DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS




ICONEG E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO :TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Muestra** : SMA
Codigo de formato :---
Peticionario :BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P.
Ubicación :HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Marzo - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522
1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

 1.1.- Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm} : 2.485

1.2.- Obtencion de Medidas de los Especimenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
SMA	13	101.90	101.90	101.9	62.80	62.70	62.90	62.80
	14	101.60	101.80	101.7	63.10	63.00	63.20	63.10
	15	101.70	101.90	101.8	63.40	63.50	63.30	63.40

1.3.- Obtencion de Medidas de los Especimenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
SMA	49	101.30	101.50	101.40	62.70	62.60	62.80	62.70
	50	101.50	101.50	101.50	63.00	63.00	63.90	63.30
	51	101.40	101.40	101.40	63.50	63.40	63.30	63.40

 1.4.- Determinacion de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALMENTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
SMA	13	1166.1	664.8	1167.2	502.4	2.321
	14	1169.3	665.9	1171.1	505.2	2.315
	15	1163.2	662.1	1164.5	502.4	2.315

 1.5.- Determinacion de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especimenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALMENTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
SMA	49	1172.6	665.9	1173.3	507.4	2.311
	50	1166.6	660.8	1167.6	506.8	2.302
	51	1148.0	653.5	1148.7	495.2	2.318

 1.6.- Calculo de Porcentaje de vacios de aire, P_a

1.6.1.- Especimenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
SMA	13	6.60
	14	6.86
	15	6.83

1.6.1.- Especimenes Humedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
SMA	49	7.00
	50	7.37
	51	6.71

 1.7.- Volumen de vacios de aire, V_a (Solo para los especimenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacios de aire, P_a	vacios de aire, V_a (cm^3)
SMA	49	502.4	7.00	35.18
	50	505.2	7.37	37.23
	51	502.4	6.71	33.71

* Los especimenes humedos son aquellos que estan sometidos a una saturacion parcial y acondicionamiento humedo con un ciclo de congelamiento.


 Ing. Pedro Roberto Paromino Mendieta
 ASESOR TECNICO CP N. 289435
 ESPECIALIDAD MECANICA DE SUELOS
 DISTRITO DE BARRIO ALTO


Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegeirl.com



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"

Expediente N° : 106-ICONEG-2023 Muestra : SMA

Codigo de formato : ---

Peticionario : BACH. HUBERT SORIA SALAS Ensayado por : F.T.P.

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN Fecha de emisión : Marzo - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPECIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J', volumen de agua absorbida (cm ³)
SMA	49	1.1
	50	1.8
	51	1.3

3.- DETERMINACION DEL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tension (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kg	N			kPa	kg/cm ²
SMA	13	750.42	7359.22	62.80	101.90	732.11	7.465
	14	742.17	7278.32	63.10	101.70	722.04	7.363
	15	765.48	7506.91	63.40	101.80	740.47	7.551

3.2.- Esfuerzo a tension (Especimenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Deformacion (δh), mm	Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kg	N				kPa	kg/cm ²
SMA	49	670.08	6571.34	0.12	62.70	101.40	658.00	6.710
	50	719.50	7056.00	0.13	63.30	101.50	699.15	7.129
	51	650.50	6379.33	0.11	63.40	101.40	631.72	6.442

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire		Esfuerzo a la tension, kg/cm ²		Evaluacion Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	13	6.60	6.76	7.465	7.46	1
	14	6.86		7.363		1
	15	6.83		7.551		1
ACONDICIONADO	49	7.00	7.03	6.710	6.76	1
	50	7.37		7.129		1
	51	6.71		6.442		1

* La Inspeccion visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Razón del Esfuerzo a tension (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tension, kPa		Razón del Esfuerzo a tension (TSR)	Promedio	Deformacion (δh), mm
	Seco	Acondicionado			
SMA	732.11	658.00	89.88%	90.67%	0.12
	722.04	699.15	96.83%		0.13
	740.47	631.72	85.31%		0.11



Ing. Civil Hubert Palomino Mender
ASESOR TÉCNICO CIP N° 289435
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS




ICONEG E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO :TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Muestra** : MAC-2 + SMA
Codigo de formato :---
Peticionario :BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P.
Ubicación :HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Marzo - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522
1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

 1.1.- Gravedad Especifica Teorica Máxima de la Mezcla, G_{mm} : 2.485

1.2.- Obtención de Medidas de los Especímenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
MAC-2 + SMA	19	101.30	101.50	101.40	62.80	62.70	62.90	62.80
	20	101.20	101.60	101.40	62.40	62.60	62.50	62.50
	21	101.70	101.90	101.80	62.90	62.89	62.90	62.90

1.3.- Obtención de Medidas de los Especímenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
MAC-2 + SMA	28	101.70	102.10	101.90	62.50	62.60	63.30	62.80
	29	101.60	101.60	101.60	63.00	63.20	63.70	63.30
	30	101.30	101.50	101.40	63.40	63.30	63.50	63.40

 1.4.- Determinación de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
MAC-2 + SMA	19	1132.6	647.2	1135.6	488.4	2.319
	20	1154.7	657.1	1157.4	500.3	2.308
	21	1153.7	655.8	1154.8	499.0	2.312

 1.5.- Determinación de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especímenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
MAC-2 + SMA	28	1164.2	658.7	1165.2	506.5	2.299
	29	1166.6	662.2	1167.4	505.2	2.309
	30	1166.0	661.9	1168.5	506.6	2.302

 1.6.- Calculo de Porcentaje de vacios de aire, P_a

1.6.1.- Especímenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
MAC-2 + SMA	19	6.68
	20	7.12
	21	6.96

1.6.1.- Especímenes Humedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
MAC-2 + SMA	28	7.50
	29	7.08
	30	7.38

 1.7.- Volumen de vacios de aire, V_a (Solo para los especímenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacios de aire, P_a	vacios de aire, V_a (cm^3)
MAC-2 + SMA	28	488.4	7.50	36.65
	29	500.3	7.08	35.40
	30	499.0	7.38	36.82

* Los especímenes humedos son aquellos que estan sometidos a una saturacion parcial y acondicionamiento humedo con un ciclo de congelamiento.


 Ing. Eric Garay Flores
 CIP 126376
 JEFE DE LABORATORIO


Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegeirl.com



ICONEG E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO :TESIS: "DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPAS ASFÁLTICAS DE DIFERENTES MÓDULOS ELÁSTICOS - HUANCAYO 2023"
Expediente N° :106-ICONEG-2023 **Muestra** : MAC-2 + SMA
Codigo de formato :---
Peticionario :BACH. HUBERT SORIA SALAS **Ensayado por** : F.T.P.
Ubicación :HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Marzo - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPECIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J', volumen de agua absorbida (cm ³)
MAC-2 + SMA	28	3.0
	29	2.7
	30	1.1

3.- DETERMINACION DEL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tensión (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diámetro, mm	Esfuerzo a la tensión	
		kg	N			kPa	kg/cm ²
MAC-2 + SMA	19	737.23	7229.87	62.80	101.40	722.79	7.370
	20	682.44	6692.56	62.50	101.40	672.29	6.855
	21	700.12	6865.94	62.90	101.80	682.66	6.961

3.2.- Esfuerzo a tensión (Especímenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Deformacion (δh), mm	Espesor, mm	Diámetro, mm	Esfuerzo a la tensión	
		kg	N				kPa	kg/cm ²
MAC-2 + SMA	28	604.73	5930.47	0.16	62.80	101.90	589.98	6.016
	29	631.23	6190.35	0.17	63.30	101.60	612.77	6.249
	30	593.82	5823.48	0.16	63.40	101.40	576.68	5.881

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire		Esfuerzo a la tensión, kg/cm ²		Evaluacion Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	19	6.68	6.92	7.370	7.06	1
	20	7.12		6.855		1
	21	6.96		6.961		1
ACONDICIONADO	28	7.50	7.32	6.016	6.05	1
	29	7.08		6.249		1
	30	7.38		5.881		1

* La Inspeccion visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Razón del Esfuerzo a tensión (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tensión, kPa		Razón del Esfuerzo a tensión (TSR)	Promedio	Deformacion (δh), mm
	Seco	Acondicionado			
MAC-2 + SMA	722.79	589.98	81.62%	85.75%	0.16
	672.29	612.77	91.15%		0.17
	682.66	576.68	84.48%		0.16



Ing. Gerardo Roberto Jalomino Mendez
 ASESOR TÉCNICO CIP N° 289435
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



Ing. Eric Garay Flores
 CIP 135576
 Jefe de Laboratorio

Jr. Pedro Gálvez #1974, El Tambo - Huancayo

Telf.: 064 - 251481

www.iconegeirl.com

Anexo N° 07: certificados de calibración de equipos



Número de Certificado
00.12.2236

Fecha de Emisión
23/06/2022

El Certificado es válido hasta
22/06/2025

CERTIFICADO

EUROCERT certifica que la empresa
**ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO
PATA- ANTENA TV)- EL TAMBO- JUNIN- HUANCAYO/ PERÚ

Implementa un Sistema de Gestión de Calidad
que se ajusta a los requisitos de la norma:

EN ISO 9001:2015

para el siguiente alcance:

EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES.

Para el Organismo de Certificación


Sifonios George
Director of International Markets



GEORGIOS
SIFONIOS

Falta de cumplimiento de las condiciones establecidas en el contrato No. 06.000955.22
puede hacer que este Certificado no sea válido
Compruebe la validez del Certificado con el código QR
La validez de este Certificado está sujeta a vigilancias anuales.



EUROCERT S.A. 89 Chlois & Lykavris eos str., 144 52, Metamorphosi - Greece
T +30 210 62.52.495, +30 210 62.53.927, F +30 210 62.018, M eurocert@otenet.gr



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230315

Expediente	: N° 0068-2023	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2023-03-08	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Tamiz 3"	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.
Marca	: Palio	
Modelo	: No indica	
Número de Serie	: 19A027	
Diámetro	: 8 pulgada	
Estructura	: Acero Inox	
Procedencia	: Peru	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Campo (**)	CALITEST 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. 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.
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN		
Fecha	: 2022-03-06	
Lugar	: Instalaciones del Cliente	
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.	

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16.8	17.3
Humedad Relativa (%)	47	50

Sello Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST S.A.C.

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230315

Página 2 de 2

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	Reticula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tamiz	3"
Luz	75 mm

Error máximo permitido (emp): ± 2.2 mm	
Mínimo	72.8 mm
Máximo	77.2 mm

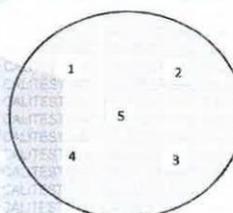
N° Medición	Medición
1	76.2
2	75.2
3	75.4
4	75.6
5	76.5

Promedio	75.8
----------	------

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP. 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230317

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2023-03-08	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Tamiz 2"	CALITEST 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. 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.
Marca	: Palio	
Modelo	: No indica	
Número de Serie	: 19C030	
Diámetro	: 8 pulgada	
Estructura	: Acero Inox.	
Procedencia	: Peru	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Campo (**)	

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-03-06
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012.5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16.8	17.3
Humedad Relativa (%)	47	50

Seillo

Laboratorio de Metrología



FEI-20 Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JÚNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado: PFSP



Revisado: GAMP

CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO A. ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP. 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230317

Página 2 de 2

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	Reticula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

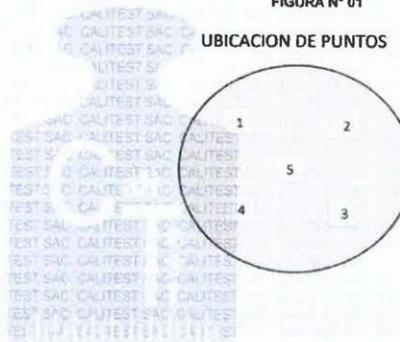
TABLA N° 01

Tamiz	2"
Luz	50 mm
Error máximo permitido (emp): ± 1.5 mm	
Mínimo	48.5 mm
Máximo	51.5 mm
N° Medición	Medición
1	50.6
2	50.4
3	50.3
4	50.7
5	51.5
Promedio	50.7

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



FEI-20 Rev00

Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

Elaborado: PFSP



Revisado: GAMP

CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230319

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2023-03-06	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	Los resultados sólo están relacionados con los ítem calibrados y 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.
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Tamiz 1"	CALITEST 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. 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.
Marca	: Palfo	
Modelo	: No indica	
Número de Serie	: 20E003	
Diámetro	: 8 pulgada	
Estructura	: Acero Inox.	
Procedencia	: Peru	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Campo (**)	
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN		
Fecha	: 2023-03-06	
Lugar	: Instalaciones del Cliente	
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN		
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.		

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16.8	17.3
Humedad Relativa (%)	47	50

Sello Laboratorio de Metrología

FEI-20 Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO AALDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230319

Página 2 de 2

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	Rejícula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

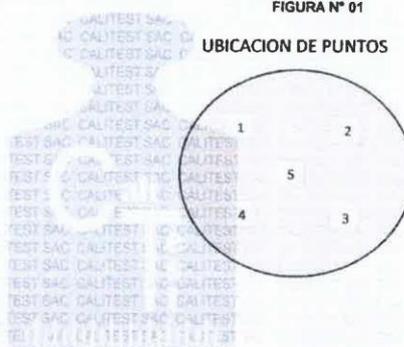
TABLA N° 01

Tamiz	1"
Luz	25 mm
Error máximo permitido (emp): ± 0.8 mm	
Mínimo	24.2 mm
Máximo	25.8 mm
N° Medición	Medición
1	25.7
2	25.4
3	25.2
4	24.6
5	24.8
Promedio	25.1

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Sello

Laboratorio de Metrología



FEI-20 Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado: PFSP



Revisado: GAMP

CALITEST SAC

ING. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230323

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2023-03-08	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Tamiz 1/4"	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.
Marca	: Palio	
Modelo	: No indica	
Número de Serie	: 211039	
Diámetro	: 8 pulgada	
Estructura	: Acero Inox.	
Procedencia	: Peru	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Campo (**)	CALITEST 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. 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.
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN		
Fecha	: 2023-03-06	
Lugar	: Instalaciones del Cliente	
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.	

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16.8	17.3
Humedad Relativa (%)	47	50

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST S.A.C.
Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230323

Página 2 de 2

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	Reticula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accasos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

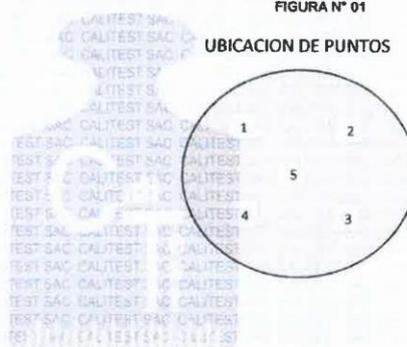
TABLA N° 01

Tamiz	1/4"
Luz	6.3 mm
Error máximo permitido (emp): ± 0.2 mm	
Mínimo	6.1 mm
Máximo	6.5 mm
N° Medición	Medición
1	6.32
2	6.34
3	6.31
4	6.54
5	6.28
Promedio	6.36

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20 Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230325

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2									
Fecha de Emisión	: 2023-03-08										
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.									
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.									
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Tamiz N° 4	CALITEST 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. 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.									
Marca	: Palio										
Modelo	: No indica										
Número de Serie	: 20J011										
Diámetro	: 8 pulgada										
Estructura	: Acero Inox.										
Procedencia	: Peru										
Identificación	: No indica										
Ubicación	: Campo (**)										
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN											
Fecha	: 2023-03-06										
Lugar	: Instalaciones del Cliente										
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN											
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.											
5. CONDICIONES AMBIENTALES											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Inicial</th> <th>Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>16.8</td> <td>17.3</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa (%)</td> <td>47</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>		Inicial	Final	Temperatura (°C)	16.8	17.3	Humedad Relativa (%)	47	50	
	Inicial	Final									
Temperatura (°C)	16.8	17.3									
Humedad Relativa (%)	47	50									

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@caltestsac.com, certificados@caltestsac.com / Web: caltestsac.com
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE Acreditación INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230325

Página 2 de 2

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	Reticula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tamiz	N° 4
Luz	4.75 mm
Error máximo permitido (emp): ± 0.15 mm	
Mínimo	4.6 mm
Máximo	4.9 mm
N° Medición	
1	4.74
2	4.79
3	4.85
4	4.66
5	4.90
Promedio	4.79

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEL-20 Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230327

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2023-03-08	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Tamiz N° 10	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.
Marca	: Palió	
Modelo	: No indica	CALITEST 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. 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.
Número de Serie	: 21L006	
Diámetro	: 8 pulgada	
Estructura	: Acero Inox.	
Procedencia	: Peru	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Campo (**)	
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN		
Fecha	: 2023-03-06	
Lugar	: Instalaciones del Cliente	
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.	

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16.8	17.3
Humedad Relativa (%)	47	50



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230327

Página 2 de 2

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	Reticula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tamiz	N° 10
Luz	2 mm

Error máximo permitido (emp): ± 0.07 mm	
Mínimo	1.93 mm
Máximo	2.07 mm

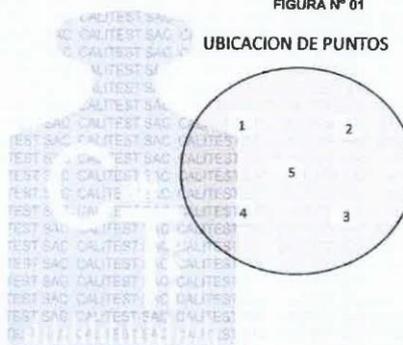
N° Medición	Medición
1	2.03
2	2.01
3	2.02
4	1.99
5	1.98

Promedio	2.01
----------	------

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 20230333

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2						
Fecha de Emisión	: 2023-03-08							
1. SOLICITANTE	ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.						
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y 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.						
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	Tamiz N° 50	CALITEST 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. 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.						
Marca	: Palio							
Modelo	: No indica							
Número de Serie	: 20P001							
Diámetro	: 8 pulgada							
Estructura	: Acero Inox.							
Procedencia	: Peru							
Identificación	: No indica							
Ubicación	: Campo (**)							
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN								
Fecha	: 2023-03-06							
Lugar	: Instalaciones del Cliente							
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN								
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.								
5. CONDICIONES AMBIENTALES								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>16.8</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa (%)</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table>	Inicial	Final	Temperatura (°C)	16.8	Humedad Relativa (%)	47	
Inicial	Final							
Temperatura (°C)	16.8							
Humedad Relativa (%)	47							

Sello

Laboratorio de Metrología



FEI-20 Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado: PFSP



Revisado: GAMP

CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20230333

Página 2 de 2

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	Reticula (Microscopio)	LLA-601-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tamiz	N° 50
Luz	300 μ m

Error máximo permitido (emp): $\pm 14 \mu$ m	
Mínimo	286 μ m
Máximo	314 μ m

N° Medición	Medición
1	287
2	295
3	300
4	309
5	313

Promedio	301
----------	-----

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



FEI-20 Rev00

Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP



CALITEST S.A.C.

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado A.JPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@caltestsac.com, certificados@caltestsac.com / Web: caltestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0223012

Expediente : N° 0088-2023 Página 1 de 2
Fecha de Emisión : 2023-03-08

1. SOLICITANTE : ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

DIRECCIÓN : JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Prensa CBR con Sistema Digital

Prensa
Marca : PALIO
Modelo : No indica
Número de Serie : HE0400078

CALITEST 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. 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.

Celda de Carga
Marca : MAVIN
Modelo : NS4 - ST
Número de Serie : HE0400042
Capacidad : 5T

Indicador digital
Marca : Precisa
Modelo : No indica
Número de Serie : No indica
Unidad : kg

Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (**)

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-03-06
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18.3	19.1
Humedad Relativa (%)	37	30



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0223012

Página 2 de 2

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
Pontificia Universidad Católica del Perú	Celda de Carga 150 TN	INF-LE 023-23/C

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

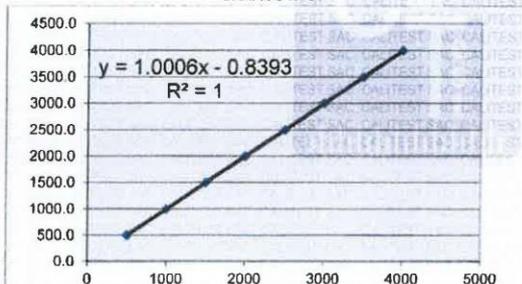
(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO "B"	ERROR Ep	RPTBLD Rp
	Serie (1)	Serie (2)	Error (1)	Error (2)			
kg	kg	kg	%	%	kg	%	%
500	501	501	0.2	0.2	501.0	0.20	0.0
1000	1001	1001	0.1	0.1	1001.0	0.10	0.0
1500	1498	1497	-0.13	-0.2	1497.5	-0.17	0.0
2000	1998	2000	-0.1	0	1999.0	-0.05	0.1
2500	2500	2501	0	0.04	2500.5	0.02	0.0
3000	3002	3001	0.07	0.03	3001.5	0.0500	0.0
3500	3501	3500	0.03	0	3500.5	0.0143	0.0
4000	4006	4000	0.15	0	4003.0	0.075	0.1

GRAFICO N° 01



NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01.
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$
 $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el $\pm 1.0\%$.

Coefficiente Correlación:
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:

$y = 1.0006x - 0.8393$

x : Lectura de la pantalla (kg)

y : Fuerza promedio (kg)



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GLAUBARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0423019

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 3
Fecha de Emisión	: 2023-03-08	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Horno de secado (Estufa)	CALITEST 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. 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.
Marca	: PALJO	
Modelo	: PE5020.2	
Número de serie	: 0421002	
Espacio de trabajo	: 85 Litros	
Ventilación	: Natural	
Indicador de temperatura	: Digital	
Marca	: Autonic	
Modelo	: No indica	
Serie	: No indica	
Temperatura de trabajo	: 110 °C ± 5 °C	
Condición de calibración	: Volumen interior parcialmente cargado (35%)	
Procedencia	: PERÚ	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Campo (**)	
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN		
Fecha	: 2023-03-06	
Lugar	: Instalaciones del Cliente	
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN		
	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.	
5. CONDICIONES AMBIENTALES		
Temperatura (°C)	Inicial: 18.3 Final: 19.1	
Humedad Relativa (%)	37 30	
6. TRAZABILIDAD		
Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	0064-TPES-C-2022
INACAL	CINTA MÉTRICA	LLA-601-2022

7. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@caltestsac.com, certificados@caltestsac.com / Web: caltestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0423019

Página 2 de 3

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tiempo (min)	Pirómetro (°C)	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA (°C)										T° Prom. (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Inferior					Nivel Superior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	110.6	110.0	110.2	110.3	110.9	110.7	110.6	110.6	110.3	110.4	0.9
2	110.0	110.1	110.4	110.8	110.1	110.7	110.8	110.9	110.7	111.0	110.7	110.7	0.9
4	110.0	110.2	110.2	110.2	110.3	110.9	110.7	110.6	111.0	110.9	110.1	110.5	0.9
6	110.0	110.8	110.6	111.0	110.0	110.9	110.9	110.8	110.9	110.3	110.1	110.6	1.0
8	110.0	110.5	110.7	110.8	110.9	110.7	110.3	110.8	110.6	110.9	110.2	110.6	0.7
10	110.0	110.1	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.6	110.1	110.7	110.6	110.4	0.7
12	110.0	110.4	110.5	111.0	110.8	110.7	110.3	110.8	110.9	110.4	110.0	110.6	1.0
14	110.0	110.5	110.8	110.5	110.5	110.8	110.9	110.5	110.8	110.3	110.6	110.6	0.6
16	110.0	110.1	110.6	110.7	110.3	110.3	110.8	110.3	110.7	110.5	110.6	110.5	0.7
18	110.0	110.5	110.7	110.7	110.6	110.2	110.6	110.3	110.0	110.3	110.8	110.5	0.8
20	110.0	110.9	111.0	110.0	110.2	111.0	110.2	110.0	110.0	110.9	110.7	110.5	1.0
22	110.0	110.4	110.8	110.3	110.8	110.4	110.6	110.4	110.7	110.4	110.2	110.5	0.6
24	110.0	110.9	110.5	111.0	111.0	110.5	110.8	110.6	110.1	110.2	110.3	110.6	0.9
26	110.0	110.2	110.2	110.2	110.4	110.8	110.7	110.3	110.1	110.7	110.5	110.4	0.7
28	110.0	111.0	110.0	110.5	110.5	110.9	110.7	110.3	110.7	110.3	110.7	110.6	1.0
30	110.0	110.5	110.3	110.4	110.8	110.7	110.6	110.8	110.2	110.4	110.0	110.5	0.8
32	110.0	111.0	110.1	110.7	110.1	111.0	110.0	110.7	110.3	110.7	110.8	110.5	1.0
34	110.0	111.0	110.7	110.2	110.8	110.0	110.5	110.5	110.5	110.2	110.7	110.5	1.0
36	110.0	110.4	110.1	110.0	110.0	110.5	110.0	110.3	110.1	110.4	110.6	110.2	0.6
38	110.0	110.9	110.6	110.1	110.6	110.5	110.4	110.5	110.7	110.9	110.4	110.6	0.8
40	110.0	110.3	111.0	110.8	110.3	110.1	110.5	110.8	110.6	111.0	110.2	110.6	0.9
42	110.0	110.3	111.0	110.9	110.5	110.1	110.0	111.0	110.7	110.9	110.9	110.6	1.0
44	110.0	110.3	110.5	110.9	110.5	110.9	110.7	110.9	110.8	110.3	110.1	110.6	0.8
46	110.0	110.4	110.7	110.9	110.1	110.1	110.2	110.8	110.7	110.4	110.5	110.5	0.8
48	110.0	110.6	110.3	110.8	110.0	110.2	110.3	110.8	110.5	110.6	110.5	110.5	0.8
50	110.0	110.9	110.7	110.8	111.0	110.3	110.9	110.7	110.8	110.6	110.7	110.7	0.7
52	110.0	111.0	110.1	110.4	110.6	110.7	110.2	110.6	110.1	110.3	110.6	110.5	0.9
54	110.0	110.4	110.6	110.6	110.4	110.6	110.1	110.4	110.7	110.9	110.2	110.5	0.8
56	110.0	110.4	110.9	110.7	110.9	110.7	110.7	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	0.5
58	110.0	110.2	110.0	110.2	110.3	110.5	110.9	110.1	111.0	110.7	110.2	110.4	1.0
60	110.0	110.4	110.1	110.0	110.5	110.2	110.6	110.1	110.5	110.5	110.1	110.3	0.6
T. PROM.	110.0	110.5	110.5	110.5	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.6	110.4	110.5	
T. MAX.	110.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	110.9		
T. MIN.	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.2	110.0	
DTT	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	0.8	0.9		

NOMENCLATURA

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. Prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX : Temperatura máxima.
- T. MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.



CALITEST SAC

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-04

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@caltestsac.com, certificados@caltestsac.com / Web: caltestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0423019

Página 3 de 3

8.1 RESULTADO TOTAL DE MEDICIÓN

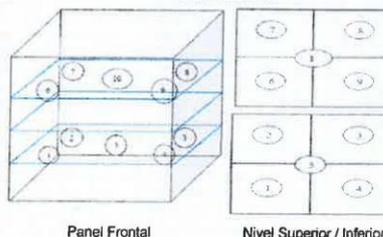
TABLA N° 02

Parámetro	Valor (°C)	U (°C)
Máxima Temperatura Medida	111.0	1.53
Mínima Temperatura Medida	110.0	1.53
DTT	1.0	0.08
DTE	0.1	0.23
Estabilidad Media (±)	0.5	0.04
Uniformidad Media	1.0	0.23

U = Incertidumbre Expandida

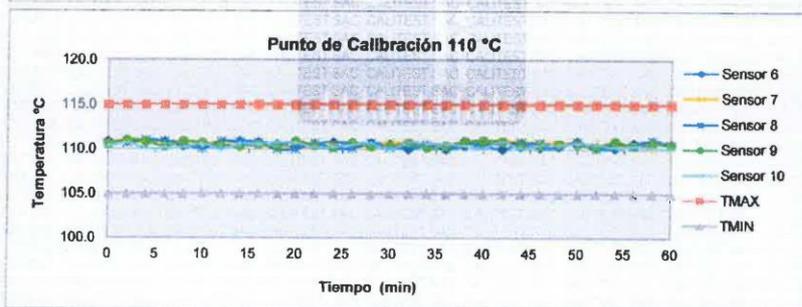
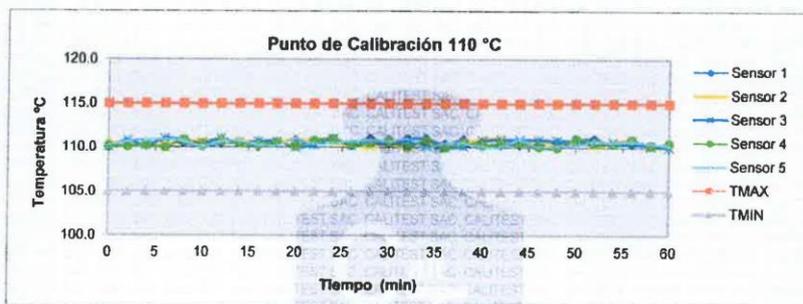
Se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

GRÁFICA N° 01



Panel Frontal

Nivel Superior / Inferior



Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 258225
JEFE DE LABORATORIO

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1823018

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 2						
Fecha de Emisión	: 2023-03-08							
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.						
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.						
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: COPA CASAGRANDE - LÍMITE LÍQUIDO	CALITEST 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. 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.						
Marca	: PALIO							
Modelo	: PE7017.1							
Número de Serie	: 1821002							
Mecanismo	: Manual							
Ranurador	: Bronce							
Contador	: Digital							
Procedencia	: PERÚ							
Identificación	: No indica							
Ubicación	: Campo (**)							
LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN								
Fecha	: 2023-03-06							
3. Lugar	: Instalaciones del Cliente							
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110..							
5. CONDICIONES AMBIENTALES								
Temperatura (°C)	<table border="1"> <tr> <td>Inicial</td> <td>Final</td> </tr> <tr> <td>18.3</td> <td>19.1</td> </tr> </table>	Inicial	Final	18.3	19.1			
Inicial	Final							
18.3	19.1							
Humedad Relativa (%)	<table border="1"> <tr> <td>Inicial</td> <td>Final</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>30</td> </tr> </table>	Inicial	Final	37	30			
Inicial	Final							
37	30							
6. TRAZABILIDAD								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trazabilidad</th> <th>Patrón utilizado</th> <th>Certificado de Calibración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>METROSYSTEMS</td> <td>Vernier (Pie de rey)</td> <td>MS-0075-2022</td> </tr> </tbody> </table>	Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración	METROSYSTEMS	Vernier (Pie de rey)	MS-0075-2022	
Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración						
METROSYSTEMS	Vernier (Pie de rey)	MS-0075-2022						
7. OBSERVACIONES	Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".							
	(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos							



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tcc. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Mig. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEL-18 Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1823018

Página 2 de 2

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			Base				Extremo Curvado		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	1.97	5.90	4.92	0.394	0.079	0.531
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultado
Cazuela			
Espesor	2.00	± 0.1	OK
Profundidad	28.00	± 1	OK

Cazuela

Espesor
Profundidad

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultado
Base			
Guía del elevador	46.00	± 1.5	OK
Espesor	51.20	± 5	OK
Largo	151.50	± 5	OK
Ancho	123.00	± 5	OK
Huella	11.90	< 13	OK

Base

Guía del elevador
Espesor
Largo
Ancho
Huella

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultado
Ranurador de Acero			
Cuadrado Calibrador	9.90	± 0.2	OK
Espesor	10.00	± 0.1	OK
Borde Cortante	2.00	± 0.1	OK
Ancho	13.60	± 0.1	OK

Ranurador de Acero

Cuadrado Calibrador
Espesor
Borde Cortante
Ancho



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.



CALITEST SAC

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-18

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 5423046

Expediente	: N° 0088-2023	Página 1 de 3
Fecha de Emisión	: 2023-03-06	
1. SOLICITANTE	: ICONEG EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
DIRECCIÓN	: JR. PEDRO GALVEZ NRO. 1974 (4 CDRAS IGLESIA DE PIO PATA-ANTENA TV) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Balanza Electrónica	
Marca	: Electronic Balance	
Modelo	: FH6000	
Número de Serie	: No indica	
Alcance de Indicación	: 6000 g	
División de Escala Real (d) / Resolución	: 0.1 g	
División de Verificación (e)	: 1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: No indica	
Tipo	: Electrónica	
Ubicación	: Campo (**)	
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN		
Fecha	: 2023-03-06	
Lugar	: Instalaciones del Cliente	

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 sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.

CALITEST 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. 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.



4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	18.3	19.1
Humedad Relativa (%)	37	30



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDI
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5423046

Página 2 de 3

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
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0451-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0452-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0453-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0450-MPES-C-2022

7. OBSERVACIONES

(*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde 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.

(**) PROYECTO: Estudios de pre inversión a nivel de perfil de tunel la Boronica y Accesos.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD						
Temperatura (°C) Inicial / Final		16.8 / 16.5				
Medición N°	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)
1	3000	0.060	-0.010	5999.9	0.050	-0.100
2	3000	0.050	0.000	5999.9	0.050	-0.100
3	3000	0.060	-0.010	5999.9	0.060	-0.110
4	3000	0.050	0.000	5999.9	0.050	-0.100
5	3000	0.060	-0.010	5999.9	0.060	-0.110
6	3000	0.060	-0.010	5999.9	0.050	-0.100
7	3000	0.060	-0.010	5999.9	0.060	-0.110
8	3000	0.050	0.000	5999.9	0.050	-0.100
9	3000	0.050	0.000	5999.9	0.060	-0.110
10	3000	0.050	0.000	5999.9	0.060	-0.110
Diferencia Máxima			0.010	0.010		
Error máximo permitido			± 1.0	± 3.0		



FEI-07

Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5423046

Página 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final : 16.3 / 16.1									
Posición de la Carga	Determinación de Eo				Determinación de Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l (g)	Δ L (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.00	0.060	-0.010	2000.0	2000.0	0.060	-0.010	0.000
2		1.00	0.060	-0.010		2000.0	0.050	0.000	0.010
3		1.00	0.060	-0.010		2000.0	0.060	-0.010	0.000
4		1.00	0.050	0.000		2000.0	0.050	0.000	0.000
5		1.00	0.050	0.000		2000.0	0.060	-0.010	-0.010

(*) valor entre 0 y 10 e Error máximo permitido: ± 1.0

ENSAYO DE PESAJE									
Temperatura (°C) Inicial / Final : 15.9 / 15.8									
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (****)
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1.0	0.060	-0.010						
5	5.0	0.050	0.000	0.010	5.0	0.060	-0.010	0.000	1.000
10	10.0	0.060	-0.010	0.000	10.1	0.050	0.100	0.110	1.000
20	20.0	0.060	-0.010	0.000	19.9	0.050	-0.100	-0.090	1.000
50	50.0	0.050	0.000	0.010	50.0	0.060	-0.010	0.000	1.000
80	80.0	0.060	-0.010	0.000	80.0	0.050	0.000	0.010	1.000
100	100.0	0.050	0.000	0.010	100.0	0.060	-0.010	0.000	1.000
200	200.0	0.060	-0.010	0.000	200.0	0.050	0.000	0.010	1.000
500	500.0	0.050	0.000	0.010	500.0	0.050	0.000	0.010	1.000
1000	1,000.0	0.050	0.000	0.010	1,000.0	0.050	0.000	0.010	1.000
2000	2,000.0	0.060	-0.010	0.000	2,000.1	0.060	0.090	0.100	1.000
5000	5,000.0	0.050	0.000	0.010	5,000.0	0.050	0.000	0.010	3.000
6000	6,000.0	0.060	-0.010	0.000	6,000.0	0.060	-0.010	0.000	3.000

(****) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	R 1.43E-03 x R
Incertidumbre Expandida	=	2 x (2.04E-06 mg ² + 3.71E-08 x R ²) ^{1/2}

Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10⁻³

l, R : Indicación de la balanza E: Error encontrado Ec: Error corregido
Δ L: Carga Incrementada Eo: Error en cero

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07 Rev00 Elaborado: PFSP Revisado: GAMP Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequis.com, ventas@jmrequis.com / Web: jmrequis.com
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Anexo N° 08: certificados de cemento asfáltico y aditivos

	FICHA TECNICA ASFALTO MODIFICADO CON POLIMERO BETUTEC TIPO IB	FT-B-IB
		Revisión 31-01-2017
		Versión: EG 2013

DESCRIPCION

Es un cemento asfáltico modificado con polimero elastómero del tipo estireno-butadieno-estireno (SBS)

VENTAJAS

Las mezclas asfálticas fabricadas con BETUTEC IB ofrecen las siguientes ventajas técnicas:

- Reducción de la susceptibilidad térmica.
- Aumento de la flexibilidad y elasticidad a bajas temperaturas.
- Incremento del módulo de rigidez a altas temperaturas.
- Mayor adhesividad de los agregados.
- Aumento de la resistencia a la tracción y a la elongación.
- Incremento de la vida útil de los pavimentos, por su mayor resistencia al envejecimiento, a la propagación de grietas y a la formación de ahuellamientos.
- Reduce los costos de mantenimiento, produciendo rentabilidad económica con el tiempo.

ESPECIFICACIONES

ENSAYO	METODO ASTM	BETUTEC IB	
		Mínimo	Máximo
Penetración, 25°C, 5 s, dmm	D 5	75	100
Viscosidad absoluta, 60°C, Poise	D 2171	2500	---
Viscosidad cinemática, 135°C, cSt	D 2170	---	3000
Punto de inflamación, °C	D 92	232	---
Solubilidad en tricloroetileno, %	D 2042	99	---
Viscosidad Brookfield, 135°C, cP	D 4402	---	---
Viscosidad Brookfield, 145°C, cP	D 4402	---	---
Viscosidad Brookfield, 175°C, cP	D 4402	---	---
Recuperación elástica lineal, 25°C, 10 cm, %	D 6084	60	---
Recuperación elástica lineal, 5°C, 10 cm, %	D 6084	---	---
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	50	---
Estabilidad al almacenamiento, 163°C, 48 horas	D 7173	Mínimo	Máximo
Separación, diferencia, °C	D 36	---	2.2
Sobre el residuo después de Película Fina Rotatoria	D 2872	Mínimo	Máximo
Recuperación elástica lineal, 25°C, 10 cm, % D 6084		60	---
Penetración, 4°C, 200 g, 60 s, dmm	D 5	15	---
Separación, diferencia, °C	D 36	---	10.0

PRESENTACION

A granel

ALMACENAMIENTO

BETUTEC IB puede ser dañado por calentamiento a altas temperaturas (encima de 190°C), recalentamientos sucesivos ó prolongados. Normalmente se entrega en planta entre rangos de temperatura altos (160 - 175°C) y deberá ser descargado en tanques exentos de residuos de asfalto convencional u otro material que afecte la calidad del producto.

Se recomienda durante el almacenamiento por un periodo superior a 5 días, almacenar el producto a temperatura más baja que la usual (100 - 120°C), siendo la máxima

	FICHA TECNICA ASFALTO MODIFICADO CON POLIMERO BETUTEC TIPO IB	FT-B-IB
		Revisión 31-01-2017
		Versión: EG 2013

recomendable para periodos cortos de almacenamiento de 165°C. Almacenar a temperatura ambiente, si el producto quedará por largos periodos (20 días ó más). La temperatura a lo largo del tanque deberá ser uniforme y la distribución de calor deberá ocurrir de forma homogénea a través de la utilización de una bomba de recirculación. El calentamiento nunca deberá realizarse de forma directa y si, en tanques que cuenten con un serpentín de fluido térmico.



FICHA TECNICA ADHESOL 9000

FT-ADH-9000

Aprobación:
25/09/2012

Version: 02

DESCRIPCION

Aditivo químico base Amina, térmicamente estable que actúa en la interfase asfalto/agregado, aumentando considerablemente el poder de adherencia entre ambos, permitiendo una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo.

VENTAJAS

Utilizado como aditivo mejorador de adherencia en ligantes asfálticos aplicados en caliente, en asfaltos diluidos (cut backs) en mezclas asfálticas en frío.

- Aditivo de fácil incorporación en el ligante asfáltico.
- Fácil de dosificar por ser un aditivo líquido
- Excelentes propiedades "Anti-stripping"

APLICACIÓN

Añadido en cantidades determinadas en los ligantes asfálticos a ser utilizados, obteniéndose la homogenización por circulación, con una bomba de transferencia o agitación, por un periodo mínimo de 45 minutos.

DOSIS RECOMENDADA

La dosificación varía de acuerdo a los agregados de 0,25% a 1%, de forma general se recomienda el uso de 0.5% de **ADHESOL 9000** con respecto al peso del ligante asfáltico. Es importante tener en cuenta que la dosificación arriba mencionada, estará sujeta a los resultados obtenidos durante los ensayos de adherencia de nuestro laboratorio, los cuales están normados por el MTC (Manual EM-2000: MTC E-517, MTC E-521, MTC E-220), por lo cual se recomienda proveer muestra de los respectivos agregados a fin de determinar el porcentaje a utilizarse.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS

Color Gardner	Máx. 10
Composición principal	Aminas grasas
Apariencia a 25°C	Líquido aceitoso
Viscosidad a 25°C	> 60 cP
Densidad a 25°C, g/cm ³	> 1,000
Contenido de aminas, mg KOH/g	400 - 550
Punto de Inflamación, °C	> 280
Solubilidad en agua	INSOLUBLE
Solubilidad en gasolina	SOLUBLE
Solubilidad en alcohol	SOLUBLE

MANEJO Y ALMACENAJE

Manejar en áreas ventiladas y evitar el contacto con los ojos y la piel
Almacenar protegido del sol en un lugar bien ventilado

PRESENTACION

Suministrado en envases de 200 kilogramos de peso líquido.

Ficha técnica

VIATOP[®]

**Grado
PREMIUM**

Descripción:

VIATOP prima es una mezcla granulada de 90% en peso de ARBOCEL ZZ 8 - 1 y 10% en peso de betún

Características de los pellets:

Pellets cilíndricos grises.

Contenido de ARBOCEL ZZ 8-1	—	90 %
Contenido de Betún	—	10%
Largo promedio del pellet		2 mm – 8 mm
Espesor promedio del pellet		3 mm – 5 mm
Densidad aparente (de acuerdo con DIN EN ISO 60)		440 g/l – 510 g/l
Análisis de Malla: más fino que 3.55 mm	max.	10 %

Características de ARBOCEL ZZ 8-1

Celulosa de fibra larga fibrilada color gris

Características del Betún

50 / 70 de acuerdo con DIN EN 12591

Anexo N° 09: panel fotográfico



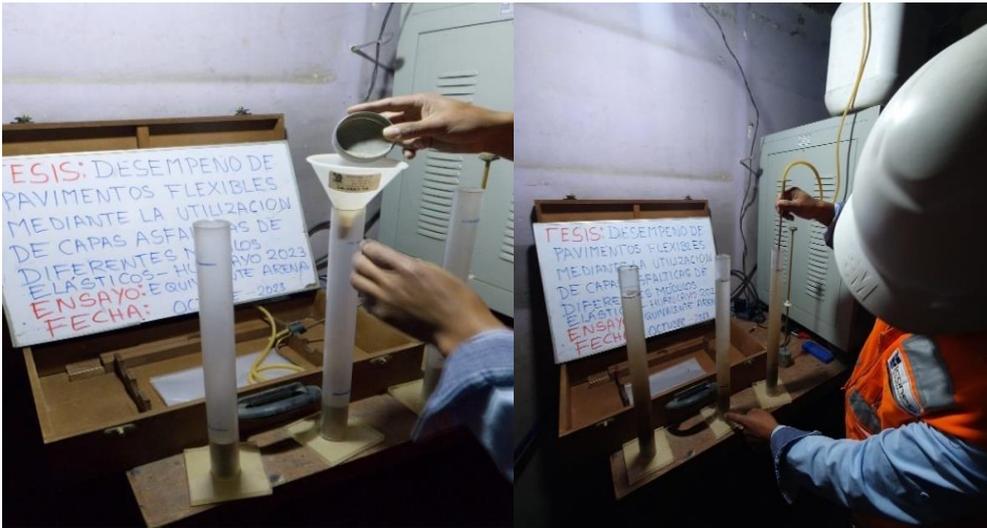
Fotografía 1. Vista satelital de la ubicación de la cantera de donde se extrajo los agregados.
Fuente: Alphabet Inc. (2023).



Fotografía 2. Vista del agregado triturado empleado en la elaboración de las mezclas asfálticas.



Fotografía 3. Vista del ensayo de granulometría del agregado fino.



Fotografía 4. Ejecución del ensayo de equivalente de arena.



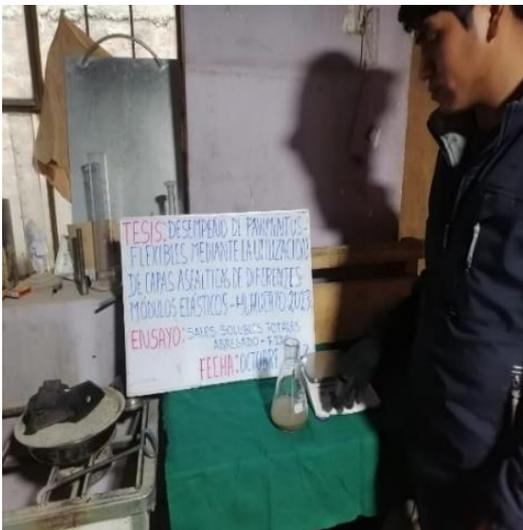
Fotografía 5. Vista de la ejecución del ensayo de azul de metileno.



Fotografía 6. Vista de la ejecución del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio.



Fotografía 7. Vista de la determinación del índice de plasticidad del agregado fino.



Fotografía 8. Determinación de las sales solubles en el agregado fino.



Fotografía 9. Ejecución del ensayo de absorción del agregado fino.



Fotografía 13. Ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas.



Fotografía 14. Determinación de las caras fracturadas en el agregado grueso.



Fotografía 15. Ensayo de sales solubles totales en el agregado grueso.



Fotografía 16. Ejecución del ensayo de absorción del agregado grueso.



Fotografía 17. Vista de la preparación de la mezcla asfáltica en caliente convencional.



Fotografía 18. Vista del compactado de la mezcla asfáltica convencional.



Fotografía 19. Ejecución del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica en caliente convencional.



Fotografía 20. Ensayo para determinar la gravedad específica de las briquetas de mezcla asfáltica convencional.



Fotografía 21. Ensayo RICE en la mezcla asfáltica convencional.



Fotografía 22. Ensayo Cantabro de la mezcla asfáltica en caliente convencional.



Fotografía 23. Granulometría del agregado fino para la mezcla asfáltica SMA.



Fotografía 24. Granulometría del agregado grueso para la mezcla asfáltica SMA.



Fotografía 25. Elaboración de la mezcla asfáltica SMA.



Fotografía 26. Compactado de las mezclas asfálticas SMA.



Fotografía 27. Ejecución del ensayo Marshall de la mezcla SMA.



Fotografía 28. Determinación de la gravedad específica de la mezcla asfáltica SMA.



Fotografía 29. Ensayo Cantabro de la mezcla asfáltica SMA.



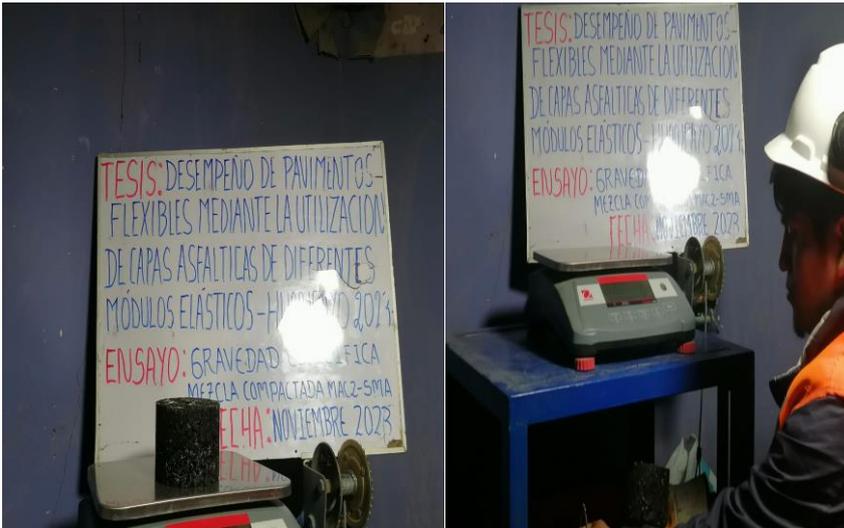
Fotografía 30. Elaboración de la mezcla convencional y SMA.



Fotografía 31. Compactación de la mezcla asfáltica convencional y SMA.



Fotografía 32. Ensayo Marshall de la mezcla convencional y SMA.



Fotografía 33. Ensayo para determinar la gravedad específica de la mezcla asfáltica convencional y SMA.



Fotografía 34. Ensayo Cantabro de la mezcla asfáltica convencional y SMA.



Fotografía 35. Medición de espesor, diámetro y acondicionamiento del subgrupo seco de los especímenes de MAC, SMA y MAC-SMA.



Fotografía 36. Subgrupo seco (especímenes de MAC, SMA y MAC-SMA) ensayados mediante mordaza Lottman.



Fotografía 37. Toma de medidas de espesor, diámetro y acondicionamiento del subgrupo acondicionado (especímenes de MAC, SMA y MAC-SMA).



Fotografía 38. Subgrupo acondicionado (especímenes de MAC - 2, SMA y MAC - SMA) ensayados mediante mordaza Lottman.