

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“El aditivo quimibond advance en los parámetros del ensayo
marshall (mac 2 – pen 60/70) del corredor vial tramo: Huánuco –
La Unión - 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Valdizan Bonilla, Wilder

ASESOR: Lira Camargo, Luis Gerónimo

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería del transporte

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46690928

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41198244

Grado/Título: Maestro en educación con mención en investigación y docencia superior

Código ORCID: 0000-0003-2344-6956

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001- 7920-1304
2	Aguilar Acantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002- 0877-5922
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002- 5650-3745

D

H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 10:45 horas del día **martes 19 de diciembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

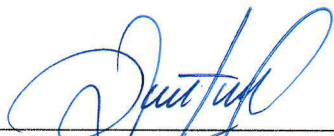
- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| ❖ MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA | - SECRETARIO |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3087 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. VALDIZAN BONILLA, WILDER**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

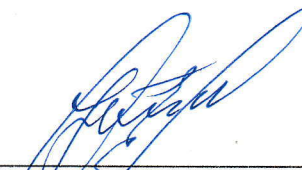
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *13* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

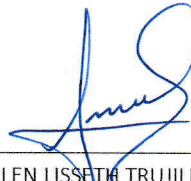
Siendo las *12:10* horas del día 19 del mes de diciembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente



MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
ORCID: 0000-0002-0877-5922
Secretario



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
ORCID: 0000-0002-5650-3745
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mg. Luis Gerónimo Lira Camargo (Asesor de tesis)**, asesor(a) del PA de **Ingeniería Civil** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 987-2021-D-FI-UDH**, del (los) estudiante(s) **VALDIZAN BONILLA, Wilder**, de la investigación titulada: **“EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **20%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 20 de diciembre de 2023



Mg. Lira Camargo Luis
CIP. 108546

DNI: 41198244
CÓDIGO ORCID: 0000-0003-2344-6956

REVISION POST SUSTENTACION

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	5%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	patentimages.storage.googleapis.com Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	1%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	


Mg. Lira Camargo Luis
CIP, 108546

DNI: 41198244
CÓDIGO ORCID: 0000-0003-2344-6956

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional, quienes fueron las personas ideales para motivarme a seguir de pie y cumplir mis metas plateadas en el transcurso de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Mg. Lira Camargo, Luis Gerónimo por su apoyo y su paciencia de la misma manera a los jurados revisores por su orientación en el proceso del desarrollo de la investigación. De esta manera hacer realidad esta meta, que es un peldaño más para desarrollarme como persona y profesionalmente.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XIV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I	20
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	22
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	22
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	23
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	24
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	24
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	26
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	27
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	29
2.2. BASES TEÓRICAS	30
2.2.1. ASFALTO.....	30

2.2.2. CEMENTO ASFÁLTICO	31
2.2.3. MEZCLA ASFÁLTICA.....	33
2.2.4. CARPETA ASFÁLTICA.....	34
2.2.5. PAVIMENTO.....	34
2.2.6. LA CALIDAD DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	35
2.2.7. METODOLOGÍA DEL DISEÑO MARSHALL	39
2.2.8. PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS DE MAC	40
2.2.9. PARÁMETROS MECÁNICOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	46
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	47
2.4. HIPÓTESIS	50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	50
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	50
2.5. VARIABLES.....	51
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	51
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	51
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	52
CAPÍTULO III.....	53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1. ENFOQUE	53
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	53
3.1.3. DISEÑO	54
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	54
3.2.1. POBLACIÓN	54
3.2.2. MUESTRA	54
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	57
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	57
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	57
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ...	57
CAPÍTULO IV.....	58
RESULTADOS.....	58
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	58
4.1.1. AGREGADO FINO.....	58

4.1.2. AGREGADO GRUESO	62
4.1.3. GRANULOMETRÍA DE LA MEZCLA.....	65
4.1.4. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE SIN ADITIVO	67
4.1.5. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON 0.2 % DE ADITIVO	73
4.1.6. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON 0.3 % DE ADITIVO	79
4.1.7. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON 0.4 % DE ADITIVO	85
4.1.8. ÓPTIMOS CONTENIDOS DE ASFALTO	91
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	110
4.2.1. PRUEBAS DE NORMALIDAD	110
4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA “A”	112
4.2.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA “B”	116
4.2.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICA “C”	122
CAPÍTULO V.....	125
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	125
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES.....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
ANEXOS.....	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requerimientos en la calidad del agregado grueso	37
Tabla 2 Requerimientos para los agregados finos para mezclas asfálticas en caliente	37
Tabla 3 Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente...	38
Tabla 4 Características de la mezcla asfáltica en caliente.....	39
Tabla 5 Valores de vacíos en el agregado mineral (VMA).....	39
Tabla 6 Densidad relativa del agua y factor de conversión “K” para diversas temperaturas.....	42
Tabla 7 Operacionalización de las variables.....	52
Tabla 8 Número de especímenes de muestreo	56
Tabla 9 Granulometría global de la combinación de arenas.....	58
Tabla 10 Granulometría de la arena zarandeada	59
Tabla 11 Propiedades de los agregados finos	61
Tabla 12 Granulometría de la grava – M1	62
Tabla 13 Granulometría de grava – M2	63
Tabla 14 Propiedades de los agregados gruesos.....	64
Tabla 15 Granulometría de la mezcla de agregados	65
Tabla 16 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC sin aditivo	67
Tabla 17 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC sin aditivo	68
Tabla 18 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC sin aditivo con CA óptimo.....	72
Tabla 19 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.2 % de aditivo	73
Tabla 20 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.2 % de aditivo	74
Tabla 21 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.2 % de aditivo con CA óptimo	78
Tabla 22 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.3 % de aditivo	79
Tabla 23 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.3 % de aditivo	80

Tabla 24 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.3 % de aditivo con CA óptimo	84
Tabla 25 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.4 % de aditivo	85
Tabla 26 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.4 % de aditivo	86
Tabla 27 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.4 % de aditivo con CA óptimo	90
Tabla 28 Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con contenidos óptimos de CA	91
Tabla 29 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con contenidos óptimos de CA	92
Tabla 30 Volumen de vacíos con aire de MAC con contenidos óptimos de CA	93
Tabla 31 Volumen de asfalto efectivo de MAC con contenidos óptimos de CA	94
Tabla 32 Vacíos en el agregado mineral de MAC con contenidos óptimos de CA.....	96
Tabla 33 Vacíos llenos de asfalto de MAC con contenidos óptimos de CA .	97
Tabla 34 Estabilidad de las MAC con contenidos óptimos de CA	99
Tabla 35 Resistencia a la deformación de MAC con contenidos óptimos de CA.....	100
Tabla 36 Relación de estabilidad/flujo de MAC con contenidos óptimos de CA.....	102
Tabla 37 Peso específico máximo teórico de MAC con contenidos óptimos de CA.....	104
Tabla 38 Gravedad específica de MAC con contenidos óptimos de CA....	105
Tabla 39 Adhesividad de agregado grueso-bitumen de MAC con contenidos óptimos de CA	107
Tabla 40 Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen de MAC con contenidos óptimos de CA	108
Tabla 41 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las propiedades volumétricas.....	110

Tabla 42 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para los parámetros del ensayo Marshall	111
Tabla 43 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para los ensayos de adherencia	112
Tabla 44 Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para las propiedades volumétricas.....	113
Tabla 45 Comparaciones por parejas de grupos del volumen de vacíos con aire	113
Tabla 46 Comparaciones por parejas de grupos del volumen de asfalto efectivo	114
Tabla 47 Comparaciones por parejas de grupos de los vacíos de agregado mineral	114
Tabla 48 Prueba paramétrica ANOVA de un factor para los vacíos llenos de asfalto	115
Tabla 49 Prueba Tukey de comparaciones múltiples para los vacíos llenos de asfalto	115
Tabla 50 Subconjuntos homogéneos de los vacíos llenos de asfalto	116
Tabla 51 Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para los parámetros del ensayo Marshall.....	117
Tabla 52 Comparaciones por parejas de grupos del peso específico máximo teórico	118
Tabla 53 Prueba paramétrica ANOVA de un factor para los parámetros del ensayo Marshall.....	118
Tabla 54 Prueba Tukey de comparaciones múltiples para los parámetros del ensayo Marshall.....	120
Tabla 55 Subconjuntos homogéneos para la estabilidad.....	121
Tabla 56 Subconjuntos homogéneos de la relación estabilidad/flujo	121
Tabla 57 Subconjuntos homogéneos de la gravedad específica	122
Tabla 58 Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para los ensayos de adherencia	123
Tabla 59 Comparaciones por parejas de grupos de la adhesividad de agregado grueso-bitumen.....	123
Tabla 60 Comparaciones por parejas de grupos de la adhesividad de mezcla de agregado-bitumen.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cualidades de cada componente del asfalto	32
Figura 2 Gravedad específica bulk, efectiva y aparente, vacíos de aire y contenido de asfalto efectivo en mezclas compactadas	41
Figura 3 Gravedad específica teórica máxima (RICE)	43
Figura 4 Componente del diagrama de compactación de mezclas asfálticas	45
Figura 5 Curva granulométrica de la arena M-01.....	59
Figura 6 Curva granulométrica de la arena M-02.....	60
Figura 7 Curva granulométrica de la grava – M1	62
Figura 8 Curva granulométrica de la grava – M2	63
Figura 9 Curva granulométrica de la mezcla de agregados.....	66
Figura 10 Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC sin aditivo	69
Figura 11 Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC sin aditivo	69
Figura 12 Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC sin aditivo	69
Figura 13 Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC sin aditivo	70
Figura 14 Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC sin aditivo	70
Figura 15 Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC sin aditivo.....	70
Figura 16 Cemento asfáltico vs relación de estabilidad/flujo de MAC sin aditivo	71
Figura 17 Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC sin aditivo	71
Figura 18 Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC sin aditivo	71
Figura 19 Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC + 0.2 % de aditivo	75
Figura 20 Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC + 0.2 % de aditivo	75
Figura 21 Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC + 0.2 % de aditivo	75

Figura 22 Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC + 0.2 % de aditivo	76
Figura 23 Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC + 0.2 % de aditivo	76
Figura 24 Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC + 0.2 % de aditivo	76
Figura 25 Cemento asfáltico vs relación estabilidad/flujo de MAC + 0.2 % de aditivo	77
Figura 26 Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC + 0.2 % de aditivo	77
Figura 27 Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC + 0.2 % de aditivo	77
Figura 28 Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC + 0.3 % de aditivo	81
Figura 29 Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC + 0.3 % de aditivo	81
Figura 30 Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC + 0.3 % de aditivo	81
Figura 31 Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC + 0.3 % de aditivo	82
Figura 32 Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC + 0.3 % de aditivo	82
Figura 33 Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC + 0.3 % de aditivo	82
Figura 34 Cemento asfáltico vs relación estabilidad/flujo de MAC + 0.3 % de aditivo	83
Figura 35 Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC + 0.3 % de aditivo	83
Figura 36 Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC + 0.3 % de aditivo	83
Figura 37 Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC + 0.4 % de aditivo	86
Figura 38 Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC + 0.4 % de aditivo	87
Figura 39 Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC + 0.4 % de aditivo	87

Figura 40 Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC + 0.4 % de aditivo	87
Figura 41 Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC + 0.4 % de aditivo	88
Figura 42 Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC + 0.4 % de aditivo	88
Figura 43 Cemento asfáltico vs relación estabilidad/flujo de MAC + 0.4 % de aditivo	88
Figura 44 Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC + 0.4 % de aditivo	89
Figura 45 Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC + 0.4 % de aditivo	89
Figura 46 Comparación de volumen de vacíos con aire de MAC con CA óptimo	93
Figura 47 Variación de volumen de vacíos con aire de MAC con CA óptimo	94
Figura 48 Comparación de volumen de asfalto efectivo de MAC con CA óptimo	95
Figura 49 Variación de volumen de asfalto efectivo de MAC con CA óptimo	95
Figura 50 Comparación de vacíos de agregado mineral de MAC con CA óptimo	96
Figura 51 Variación de vacíos de agregado mineral de MAC con CA óptimo	97
Figura 52 Comparación de vacíos llenos de asfalto de MAC con CA óptimo	98
Figura 53 Variación de vacíos llenos de asfalto de MAC con CA óptimo	98
Figura 54 Comparación de la estabilidad de las MAC con contenidos óptimos de CA.....	99
Figura 55 Variación de la estabilidad de las MAC con contenidos óptimos de CA.....	100
Figura 56 Comparación de resistencia a la deformación de MAC con CA óptimo	101
Figura 57 Variación de resistencia a la deformación de MAC con CA óptimo	102

Figura 58 Comparación de relación de estabilidad/flujo de MAC con CA óptimo	103
Figura 59 Variación de relación estabilidad/flujo de MAC con CA óptimo .	103
Figura 60 Comparación de peso específico máximo teórico de MAC con CA óptimo	104
Figura 61 Variación de peso específico máximo teórico de MAC con CA óptimo	105
Figura 62 Comparación de gravedad específica de MAC con CA óptimo .	106
Figura 63 Variación de gravedad específica de MAC con CA óptimo.....	106
Figura 64 Comparación de adhesividad de agregado grueso-bitumen de MAC con CA óptimo	107
Figura 65 Variación de adhesividad de agregado grueso-bitumen de MAC con CA óptimo	108
Figura 66 Comparación de adhesividad de mezcla de agregado-bitumen de MAC con CA óptimo	109
Figura 67 Variación de adhesividad de mezcla de agregado-bitumen de MAC con CA óptimo	109

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Vista de la planta de asfalto gravimétrica	375
Fotografía 2 Vista de agregados gruesos de buzón en caliente de 4.7 – 9 mm.....	375
Fotografía 3 Vista de los agregados de buzón en caliente de 9.5 – 12 mm	375
Fotografía 4 Vista de los agregados de buzón en caliente de 0 – 4.5 mm	376
Fotografía 5 Vista de los agregados a emplearse en los bastones de la mezcla asfáltica en caliente	376
Fotografía 6 Ejecución del ensayo de granulometría para la combinación física de los agregados	376
Fotografía 7 Vista de los agregados combinados para la elaboración de los pastones de mezcla asfáltica.....	377
Fotografía 8 Ejecución del ensayo de angularidad del agregado fino de acuerdo a la AASHTO T304	377
Fotografía 9 Ejecución del ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas	377
Fotografía 10 Ejecución del ensayo de equivalente de arena según la AASHTO T176.....	378
Fotografía 11 Vista de la ejecución del ensayo de gravedad específica del agregado fino	378
Fotografía 12 Ejecución del ensayo de abrasión Los Ángeles	378
Fotografía 13 Ensayo de durabilidad de agregados al sulfato de magnesio según la norma MTC E 209	379
Fotografía 14 Vista de la ejecución del ensayo de densidad del aditivo Quimibond Advance.....	379
Fotografía 15 Vista de la dosificación de pastones de los agregados para todas las combinaciones.....	379
Fotografía 16 Vista de la mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond Advance	380
Fotografía 17 Vista del moldeo de probetas de acuerdo al MTC E 504.....	380

Fotografía 18 Vista de probetas de mezcla asfáltica en caliente moldeadas	381
Fotografía 19 Determinación de la gravedad específica bruta de las mezclas según la AASHTO T 166	382
Fotografía 20 Vista de las probetas en baño María (temperatura de 60 °C)	382
Fotografía 21 Vista de la ejecución del ensayo de estabilidad Marshall según MTC E 508.....	382
Fotografía 22 Determinación de la gravedad específica máxima teórica - MTC E 508 y AASHTO T 209	383
Fotografía 23 Vista del ensayo de adherencia con diferentes dosificaciones de aditivo Quimibond advance.....	384
Fotografía 24 Vista de la adherencia en el agregado grueso sin y sumergido en el agua	384
Fotografía 25 Ensayo de adherencia de la mezcla sin aditivo y sumergido.....	385
Fotografía 26 Ensayo de adherencia con 0.2 % de aditivo Quimibond advance	385
Fotografía 27 Ensayo de adherencia con 0.3 % de aditivo Quimibond advance	385
Fotografía 28 Ensayo de adherencia con 0.3 % de aditivo Quimibond advance y mezcla sumergida.....	386
Fotografía 29 Ensayo de adherencia con 0.4 % de aditivo Quimibond advance y mezcla sumergida.....	386

RESUMEN

Esta investigación buscó propiciar mejoras del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) para alto tráfico por medio de la utilización de un aditivo mejorador de adherencia (Quimibond advance) en proporciones de 0.0 %, 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % en relación del peso del cemento asfáltico para medir así el volumen de vacíos, vacíos de agregado mineral, volumen de asfalto efectivo, vacíos llenos de asfalto, estabilidad, flujo, relación estabilidad/flujo, peso específico máximo teórico – RICE, gravedad específica y adherencia del agregado grueso con el asfalto y con la mezcla. Para ello, se contempló una metodología de enfoque cuantitativo, alcance explicativo, de un diseño experimental, teniendo como población a las MAC diseñadas para vías de alto tránsito sin y con la inclusión del mejorador de adherencia, y como muestra obtenida mediante un muestreo no probabilístico intencional un total de 163 especímenes de MAC. Como resultados se encontró que, el empleo del aditivo mejorador de adherencia reduce el volumen de aire, el de asfalto y los vacíos de agregado natural, mientras que incrementa los vacíos llenos de asfalto; además, en los parámetros del método Marshall se encontró que varía la estabilidad, flujo, relación estabilidad/flujo siempre cumpliendo las directrices del MTC (2013), asimismo, hubo incrementos de adherencia tanto del agregado como de mezcla. Como conclusión se tiene que, el aditivo Quimibond Advance mejora el comportamiento de mezclas asfálticas en caliente de cementos asfálticos de PEN 60/70 al ser incluido en dosis del 0.4 % en función al peso del cemento asfáltico.

Palabras clave: aditivo mejorador de adherencia, mezcla asfáltica, tráfico alto, marshall, corredor vial.

ABSTRACT

This research sought to promote improvements in the performance of hot mix asphalt (MAC) for high traffic by using an adhesion improver additive (Quimibond advance) in proportions of 0.0 %, 0.2 %, 0.3 % and 0.4 % in relation to the weight of the asphalt cement in order to measure the volume of voids, mineral aggregate voids, effective asphalt volume, asphalt-filled voids, stability, flow, stability/flow ratio, theoretical maximum specific weight - RICE, specific gravity and adherence of the coarse aggregate to the asphalt and to the mix. For this purpose, a methodology of quantitative approach, explanatory scope, of an experimental design was contemplated, having as population the MACs designed for high traffic roads without and with the inclusion of the adhesion improver, and as sample obtained through a non-probabilistic intentional sampling, a total of 163 specimens of MACs. As results, it was found that the use of the adhesion improver additive reduces the volume of air, asphalt and natural aggregate voids, while it increases the asphalt filled voids; in addition, in the Marshall method parameters it was found that the stability, flow, stability/flow ratio varied, always complying with the guidelines of the MTC (2013), also, there were increases in the adhesion of both the aggregate and the mixture. In conclusion, the Quimibond Advance additive improves the performance of hot mix asphalt mixtures of PEN 60/70 asphalt cements when included in doses of 0.4% according to the weight of the asphalt cement.

Keywords: adhesion improving additive, asphalt mixture, high traffic, marshall, road corridor.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación surgió de la problemática que se da a nivel nacional y en el departamento de Huánuco donde la mayoría de pavimentos asfálticos se encuentran expuestos a variaciones climáticas y de tránsito afectando su tiempo de vida útil, por ende, se consideró como problema: ¿de qué manera influye el aditivo Quimibond Advance en el comportamiento de la mezcla asfáltica (MAC - 2 - PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023? con la finalidad de dar solución al carente estado y reduciendo tiempo de vida de los pavimentos flexibles, asegurando con ello la transitabilidad y serviciabilidad de las vías en la localidad de Huánuco, adicionalmente, con los resultados se estaría fundamentando la consideración de aditivos mejoradores de adherencia en el marco normativo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Frente a esta situación, se tomó en consideración la posibilidad de desarrollar mezclas asfálticas en caliente del tipo MAC-2 utilizando cemento asfáltico PEN 60/70. En este proceso, se procedió a evaluar diversas características, que abarcan el volumen de espacios ocupados por aire, el volumen del asfalto efectivo, los vacíos de agregado mineral, los vacíos ocupados por el asfalto, la estabilidad, la fluidez, la relación entre estabilidad y fluidez, el peso específico máximo teórico (RICE), la gravedad específica, y la adherencia del agregado grueso al asfalto ya la mezcla. Este análisis se realizó tanto en la mezcla sin ningún aditivo, como en aquellas mezclas con aditivos mejorador de adherencia en concentraciones del 0.2 %, 0.3 %, y 0.4 % respecto al peso del cemento asfáltico.

Con el fin de proporcionar una comprensión más completa, se procede a desglosar el contenido:

Capítulo I: Este primer capítulo aborda el problema de investigación. Siendo el aspecto fundamental para el desarrollo de la investigación: donde fue considerada la formulación del problema, descripción del problema, los objetivo, las limitaciones, las justificaciones y la viabilidad.

Capítulo II: Que comprende al marco teórico: En este capítulo son expuestos los antecedentes de investigación; tanto internacionales, nacionales y locales, las bases teóricas referidas a asfalto, cemento asfáltico, mezcla asfáltica, carpeta asfáltica, pavimento, calidad del diseño de mezclas asfálticas en caliente (MAC) con aplicación de la metodología Marshall, los parámetros volumétricos y mecánicos de las MAC. Adicionalmente, están adjuntas las definiciones conceptuales, las hipótesis, las variables, sumada a la operacionalización de las mismas.

Capítulo III: Presentando a la metodología de la investigación. Se optó por describir el enfoque, tipo de la investigación, el alcance con el que fue desarrollada y el diseño que permitió lograr los objetivos planteados, así como la población y la muestra, contando también con las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y la descripción detallada del análisis e interpretación de los datos

Capítulo IV: El penúltimo capítulo de esta tesis exhibe los resultados obtenidos. Se realizó el procesamiento de todos los datos, partiendo desde la caracterización del agregado fino, del agregado grueso, granulometría de la mezcla, sumado a los resultados del diseño Marshall de la mezcla asfáltica sin aditivo, y donde se consideró el aditivo Quimibond advance en 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % en función al peso del cemento asfáltico. Como parte complementaria está expuesta la contrastación estadística de hipótesis, desde la prueba de normalidad y la contrastación de las hipótesis específicas planteadas.

Capítulo V: Por último, la discusión de resultados. En este capítulo se tiene la discusión de resultados de la investigación en relación a los objetivos planteados y en comparación con los antecedentes internacionales, nacionales y locales.

En síntesis, se tiene las conclusiones: resumen de los hallazgos de la investigación y su relación con los objetivos planteados, recomendaciones: sugerencias para las futuras investigaciones referente al tema tratado, referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las infraestructuras viales construidas con pavimentos flexibles son el método de transporte más utilizado. Las carreteras en proceso de construcción de proyectos de esta magnitud son de gran relevancia, dado que fomentan el desarrollo con la mejora en la calidad de la vida en las comunidades cercanas y de los usuarios. Además, ejercen un impacto significativo en diversos sectores, como el económico, político y social, al tiempo que facilitan la conectividad entre diferentes tipos de vías. (Huamán, 2020)

Las obras de infraestructura vial en la actualidad suelen presentar déficit en el comportamiento funcional del pavimento, encontrándose fallas superficiales por lo que surge la necesidad que las infraestructuras viales deben cumplir el tiempo de vida útil (Huamán, 2020).

En todo el mundo, las capas asfálticas de pavimentos flexibles se diseñan y ejecutan utilizando la metodología Marshall. Esta metodología implica la combinación de áridos gruesos y finos (agregados), polvo mineral y el cemento asfáltico, que se calientan y almacenan en silos de acuerdo con la granulometría de los agregados. Luego, se mezclan en proporciones precisas según el diseño en plantas de mezcla asfáltica. El objetivo de este proceso es que la mezcla asfáltica al menos alcance los requisitos como estabilidad aceptable, alta durabilidad, capacidad de resistencia ante fatiga, resistencia contra deslizamiento además de la capacidad de abrir al tránsito rápidamente. Sin embargo, es evidente que en muchos casos las vías no logran cumplir con su período de diseño y vida útil previstos. Esto a menudo resulta en la necesidad de realizar trabajos de rehabilitación, lo que genera gastos para el Estado. Estos problemas pueden estar relacionados con el escurrimiento de cemento asfáltico o ligante, la segregación de áridos gruesos, la exudación del cemento asfáltico y el desprendimiento de la película de betún. Esto

conduce a un envejecimiento o desintegración de la capa asfáltica, permitiendo que tanto agua como aire penetren fácilmente, lo que causa oxidación y daños en la capa asfáltica, así como en otras estructuras subyacentes del pavimento. (Huamán, 2020).

En el Perú, el rápido y continuo crecimiento demográfico están generando una demanda de tráfico, acompañada del aumento de cargas por eje equivalentes del vehículo de diseño permisibles, esto solicita un mayor control de calidad de materiales y diseño de mezclas asfálticas en las actividades de pavimentación de carreteras, además deben cumplir con su periodo de diseño y permitir un servicio con confort y seguridad, pues juegan un papel importante dentro de los medios de transporte terrestre dentro del desarrollo económico del Perú como un factor primordial para reactivar la economía y cierre de brechas.

En el departamento de Huánuco, la mayor parte de los pavimentos construidos son de asfalto, sin embargo, estos están propensos a múltiples daños estructurales que sufren a lo largo de su vida útil. Los principales daños observados en mezclas asfálticas se presentan por factores climáticos variables, modificando su comportamiento y vida útil esperada.

Se ha revelado que, en el último periodo, parte principal de los mecanismos de deterioro corresponde al daño por la variación de factores climáticos, pues la geografía de Huánuco es compleja y variable por factores medioambientales, como la radiación, la temperatura y las precipitaciones, por consiguiente se reduce significativamente la resistencia a tracción y de corte (Rodrigo, 2020).

Por lo tanto, en este estudio fue llevada a cabo la evaluación del desempeño de las mezclas asfálticas en caliente, específicamente las de tipo MAC-2 fabricadas mediante cemento asfáltico de PEN 60/70. Se exploró el efecto de la adición del aditivo Quimibond Advance en diversas concentraciones, calculadas respecto al peso del cemento asfáltico. Esta evaluación se basó en propiedades volumétricas, parámetros derivados del ensayo Marshall y en la medición de la adherencia entre los agregados.

Además, se compararon los resultados con los requerimientos técnicos generales presentados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en 2013. Es así que, el fin de esta investigación consistió en el de determinar la viabilidad y efectividad de incorporación del aditivo en estas mezclas asfálticas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influye el aditivo Quimibond Advance en el comportamiento de la mezcla asfáltica (MAC - 2 - PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿De qué manera el aditivo Quimibond Advance modifica las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023?
- b) ¿Cómo el aditivo Quimibond Advance varía los parámetros del método Marshall para mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023?
- c) ¿De qué manera el aditivo Quimibond Advance varía la adherencia entre agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia del aditivo Quimibond Advance en el comportamiento de la mezcla asfáltica (MAC - 2 - PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar de qué manera el aditivo Quimibond Advance modifica las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión – 2023.
- b) Establecer cómo el aditivo Quimibond Advance varía los parámetros del método Marshall para mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión – 2023.
- c) Determinar de qué manera el aditivo Quimibond Advance varía la adherencia entre agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión – 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica de esta investigación recae en que se buscó dar solución al carente estado y reducido tiempo de vida de los pavimentos flexibles que, ante los cambios climáticos, el incremento del nivel de tránsito o el deficiente diseño que se le dio, se denota la presencia de fallas tanto superficiales y estructurales, que afectan la libre transitabilidad, además del incremento de costos de mantenimiento y conservación, en tal situación, se propone el empleo del aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance, con lo cual se asegurará el cumplimiento del tiempo de vida útil y la serviciabilidad de vías para los pobladores de la ciudad de Huánuco y las zonas aledañas que lo rodean, fomentando así el desarrollo urbano y mejoras sustanciales en la calidad de vida de la población.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Hallado en función del respaldo teórico que se ha obtenido a través de los ensayos de laboratorio realizados. Estos ensayos han demostrado la efectividad de la adición del mejorador de adherencia para la producción de mezclas asfálticas en caliente. Este aporte teórico es significativo, ya que ha permitido identificar mejoras en las propiedades de estas mezclas, a pesar de que no se encuentren reflejadas en las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones relacionadas con la construcción de carreteras. La investigación, por lo tanto, busca llenar este vacío en las regulaciones y proporcionar evidencia sólida de los beneficios que se pueden obtener al emplear el aditivo para elaborar mezclas asfálticas en caliente para pavimento flexible.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En la investigación en cuestión, no se ha requerido de una justificación metodológica específica, ya que la medición de las características físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica se basa en el uso de normas y procedimientos ya establecidos dentro del manual de ensayo y las especificaciones técnicas. Es así que, se han utilizado las directrices del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las normas técnicas peruanas (NTP), sumado al ASTM (por las siglas en inglés de “American Society for Testing and Materials”).

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo de la investigación, la mayor limitación correspondió a la falta de estudios previos referente a mezclas asfálticas que hayan empleado los agregados de la cantera del río Higuera, para así compararlo; otra limitación, fue la económica que no permitió llevar la mezcla asfáltica y evaluar su comportamiento a cargas de tránsito.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación presentó gran viabilidad, dada la disponibilidad de equipos, instrumentos y tecnología necesaria, además de las condiciones de seguridad. Asimismo, se contó con acceso a la información, bibliografías, normas nacionales e internacionales que regulan los estándares de calidad de las mezclas asfálticas en caliente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Vasquez et al. (2021) realizaron el artículo de revisión denominado “Uso de aditivos adherentes en el diseño de mezclas asfálticas en caliente: una revisión”, el objetivo de este estudio es evaluar el rendimiento de varios agentes adherentes usados para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente, determinar los valores óptimos para su incorporación, así como también analizar los distintos métodos empleados con el propósito de medir la resistencia a la humedad. La muestra se describe de manera explícita en el artículo, aunque parece sugerir que se refiere a mezclas asfálticas en su estado suelto o no compactado. El diseño que utilizaron fue el experimental; mientras que, los instrumentos que usaron fueron un método experimental para diseñar una mezcla de pavimento con aditivos adherentes. Luego, evaluaron la mezcla mediante varias pruebas, incluida la prueba de arranque, la prueba de adherencia Vialit, la prueba Lottman modificada y la prueba de agua hirviendo. Los resultados mostraron que los aditivos adherentes, tanto naturales como químicos, mejoraron significativamente la capacidad de la mezcla a resistir humedad. Esto, a su vez, prolongó la vida útil del pavimento. La cantidad óptima de aditivos adherentes varía según el árido utilizado en la MAC.

Jara y Machado (2020) en su tesis titulada, “Análisis comparativo entre mezclas asfálticas en caliente modificadas con polialuminio y mezcla convencional”, El objetivo general de este estudio fue comparar las características de MAC convencionales y modificadas con polialuminio obtenido de Tetra Pak, a través de la realización y análisis de las pruebas de estabilidad y el flujo. Había 70 briquetas en la muestra, de las cuales 30 se utilizaron para diseñar la mezcla convencional, 12

para verificar el diseño, 24 para las mezclas conformadas por polialuminio y 4 para el ensayo del Cántabro.

El diseño utilizado fue descriptivo y permitió establecer de forma clara las características físicas de la mezcla debido a la incorporación del polialuminio obtenido a partir de Tetra Pak en las mezclas asfálticas. Los instrumentos empleados comprendieron ensayos de laboratorio.

Los resultados obtenidos mostraron que las mezclas modificadas con polialuminio tenían una estabilidad y un flujo significativamente mayores que las mezclas convencionales. Esto se debe a que el polialuminio actúa como un agente de ligante, lo que ayuda a unir los áridos minerales al ligante asfáltico. No obstante, se observará una variación creciente y constante en el flujo de los diseños a medida que se aumente la proporción de este material.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Flores y Monzón (2020) realizaron la tesis denominada “Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad - Perú”, donde el objetivo general fue, determinar la estabilidad para la mezcla con el diseño convencional y con aditivo SBS. El análisis estadístico se realizó para comparar los resultados de los dos diseños experimentales llevados a cabo y establecer la significancia de la variación de estabilidad al agregar aditivo SBS. La muestra consistió en 15 briquetas con mezcla asfáltica estándar y 15 de adición de aditivo SBS. El diseño utilizado fue puramente experimental con una evaluación posterior y un grupo de control. Los instrumentos utilizados incluyen observaciones experimentales en laboratorio. Los resultados obtenidos permiten concluir que la inclusión del aditivo SBS en la MAC origina un impacto significativamente positivo en la estabilidad. Esta mejora en la estabilidad puede contribuir a reducir deterioros provocados debido a los efectos del clima, sumado al tráfico de vehículos. En otras palabras, los hallazgos respaldan la idea de que el aditivo SBS es eficaz para fortalecer el rendimiento de las mezclas asfálticas y, por lo tanto, puede

tener beneficios significativos en términos de durabilidad y resistencia en condiciones adversas.

Condezo y Prado (2020) desarrollaron la tesis de título, “Análisis de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance, en el distrito de Villa María del Triunfo, ciudad de Lima, departamento de Lima – Perú”, teniendo por objetivo general el analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con capacidad para soportar en climas que la humedad relativa es alta. La muestra utilizada comprendió un tramo de 322.40 metros de la Avenida María Parado de Bellido en el distrito de Villa María del Triunfo. Teniendo un enfoque experimental, con un nivel descriptivo y correlacional, y se basó en un enfoque cuantitativo. La metodología implicó la extracción de testigos (briquetas), la ejecución de ensayos Marshall, pruebas de inmersión y compresión en laboratorio.

Los resultados obtenidos indicaron que al emplear una dosis de 5.80 por ciento de asfalto y un 0.18 por ciento del aditivo Quimibond Advance, además de mantener una adecuada degradación y resistencia al desgaste, se logra un valor de estabilidad óptimo de 2.670 libras (11.88 kilonewtons), con un valor de flujo de 3.1 mm, un porcentaje de vacíos del 4.10 %, así como un peso unitario específico equivalente a los 2.380 gramos por centímetro cúbico, un contenido de vacíos de cemento asfáltico del 76.00 %, y una relación de estabilidad/flujo de 3915 kilogramos por centímetro, lo que demuestra resistencia en la mezcla asfáltica y una adherencia más que aceptable, especialmente en climas húmedos. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar esta fórmula para pavimentar superficies en regiones con condiciones climáticas adversas.

Gargate y Huamaní (2018) desarrollaron la investigación titulada, “Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible-Lima-Perú”, donde el objetivo de este estudio fue comparar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificados con polímeros y las

tradicionales para la estructura del pavimento flexible. Para ello, se elaboraron 56 briquetas compactadas y realizadas las pruebas respectivas y, donde un grupo fue de 28 especímenes de asfalto optimizado a través de la prueba de Marshall, asimismo contó con otro porcentaje para 28 especímenes de asfalto tradicional optimizadas también mediante el Marshall. El diseño que se utilizaron respecto a la metodología fue experimental, siendo del tipo aplicada con un nivel descriptiva. Los instrumentos que usaron fueron la prueba de laboratorio en función de los requerimientos de la metodología Marshall y las especificaciones del Manual MTC EG – 2013 y los resultados obtenidos concluyeron que al implementar polímeros a las mezclas asfálticas tiene la propensión de mejorar la durabilidad de los pavimentos flexibles, tienen una recuperación elástica que oscila entre 85.00 % - 90.00 %, lo que a su vez reduce los costos de las actividades de mantenimiento prolongando su durabilidad. Esto se debe a que los polímeros tienen la capacidad de recuperarse elásticamente, lo que les permite absorber las deformaciones causadas por el tráfico y el clima, evitando así la aparición de problemas como el ahuellamiento y el agrietamiento, de esta manera ofrecer mayor servicialidad al usuario.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Lorenzo (2020) realizó la tesis de título “Uso de la fibra de cabuya para el análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente – Huánuco – Perú”. El objetivo general de este estudio consistió en analizar la viabilidad de utilizar fibra de cabuya (agave americano) en la elaboración de mezclas asfálticas, adaptadas a las condiciones específicas de cada ubicación de acuerdo a las normativas nacionales. La muestra de estudio estuvo compuesta por tres especímenes para cada nivel de contenido de asfalto con incrementos del 0.50 % dentro de un rango delimitado. La investigación se enfocó en un enfoque cuantitativo de nivel exploratorio y descriptivo, utilizando un diseño experimental puro para una evaluación posterior. Se recurrió a instrumentos de observación y se emplearon formatos de registro a nivel

de laboratorio relacionados con la granulometría y el diseño de mezcla conforme al método Marshall. Los resultados obtenidos llevaron a la conclusión de que tanto la estabilidad como el flujo de la mezcla modificada llevaban a una reducción del parámetro de estabilidad aumentando la deformación a medida que se incrementaba la cantidad de fibra de cabuya en la MAC.

Espinoza (2019) realizó el estudio denominado “Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad Huánuco – Perú”, el objetivo general de este estudio consistió en la presentación de las características y comportamiento de la MAC elaborada con la adición de PET reciclado mediante fundición controlada, teniendo en cuenta la temperatura adecuada de trabajo (en función de la carta viscosidad vs temperatura). La muestra del estudio consistió en quince briquetas estándar con cemento asfáltico, sumada a 45 especímenes con plástico reciclado PET. El enfoque de investigación considerado por el autor fue cuantitativo-experimental.

Las técnicas utilizadas para el análisis se centraron en tablas y gráficos. Los resultados obtenidos llevaron a la conclusión de que la mezcla, elaborada con plástico PET fundido, presenta diferencias significativas en su comportamiento en comparación con el asfalto convencional. Es decir, este material no se comporta de manera flexible, lo que sugiere que podría no ser adecuado para aplicaciones en las que se requiere flexibilidad en el pavimento.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ASFALTO

Utilizado por la humanidad durante mucho tiempo como uno de los principales suministros de construcción. En la antigua Mesopotamia, se usaba como aglutinante en la construcción de capas y albañilería. Los egipcios, por su parte, lo utilizaban en los procesos de momificación. Además, se tiene registro de su uso temprano en la pavimentación, como

en Francia en 1802, en la Unión Europea en 1838 y en Inglaterra en 1869. En 1909, la historia del asfalto tuvo un avance significativo con la introducción del asfalto derivado del petróleo, lo cual marcó un hito importante. Este descubrimiento tuvo un impacto duradero en la producción y aplicaciones del asfalto, así como en todo el mundo en ingeniería de pavimentos y carreteras (Minaya y Ordóñez, 2001).

2.2.2. CEMENTO ASFÁLTICO

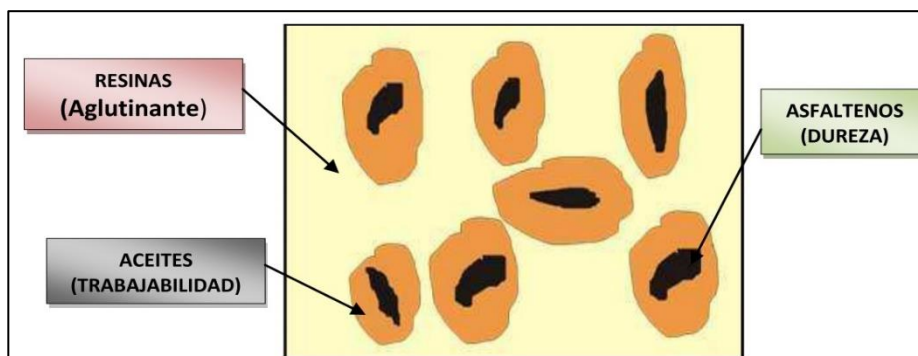
Corresponde a un material de alta viscosidad que se puede presentar en estado sólido, semisólido o líquido, dependiendo de la temperatura. Este material se utiliza en el uso del asfalto en la construcción de pavimentos por sus propiedades como ligante, impermeabilizante, flexible, duradero y resistente a los ácidos y álcalis. Estas características hacen que el cemento asfáltico sea un componente esencial en la industria de la pavimentación y construcción de carreteras (Guevara et al., 210d. C.).

Está compuesto por tres grupos básicos de compuestos químicos: asfáltenos, máltenos y aceites. Los asfáltenos aportan al asfalto su color y dureza, mientras que los máltenos y los aceites aportan flexibilidad y fluidez. La combinación de estos componentes da lugar a las propiedades únicas del asfalto que lo hacen adecuado para su uso en la conformación de la carpeta de rodadura de carreteras y pavimentos (Guevara et al., 210d. C.).

En consecuencia, en la siguiente figura se muestra los componentes básicos en el cemento asfáltico:

Figura 1

Cualidades de cada componente del asfalto



Fuente: Guevara et al. (2010).

2.2.2.1. PROPIEDADES DEL CEMENTO ASFÁLTICO

Guevara et al. (2010) señalan que los asfaltos utilizados en obras viales deben tener las siguientes propiedades fundamentales para cumplir con sus funciones: El carácter termoplástico es una propiedad fundamental del asfalto que permite que cumpla con sus funciones en obras viales; significa que su viscosidad disminuye con la temperatura. Esto permite que el asfalto se adhiera y envuelva los áridos, formando una mezcla uniforme y cohesiva. Cuando el asfalto se enfría, recupera su consistencia original, lo que proporciona durabilidad a la mezcla, además debe tener un comportamiento tanto mecánico como reológico apto para aguantar las tensiones del tráfico y por último y no menos importante el asfalto debe ser resistente a todo agente atmosférico y condiciones ambientales para preservar sus características a través del tiempo y ofrecer un índice de serviciabilidad adecuado al usuario.

2.2.2.2. FUNCIONES DEL CEMENTO ASFÁLTICO

Entendido como el material bituminoso que exhibe propiedades singulares que le permiten desempeñar funciones esenciales en la estructura del pavimento. Actúa como un aglutinante que une y mantiene cohesionados los agregados pétreos en la mezcla asfáltica. Esto contribuye a la resistencia estructural del pavimento y evita la segregación de los materiales,

además proporciona una barrera impermeable que protege las capas inferiores del pavimento de la infiltración de agua, evitando daños por congelación-descongelación y prolongando la vida útil del pavimento, la cohesión del cemento asfáltico confiere flexibilidad al pavimento, permitiendo que se adapte a las deformaciones y tensiones causadas por las cargas del tráfico y los cambios de temperatura sin agrietarse, facilitando la capacidad de adherirse(liga) a las superficies subyacentes, como la base o la subbase del pavimento, lo que mejora la integridad de la estructura y evita el deslizamiento de las capas, también puede resistir cargas y esfuerzos instantáneos, como los generados por el tráfico vehicular, sin sufrir daños significativos. Estas funciones son esenciales para el buen rendimiento y la larga vida útil de los pavimentos contruidos con asfalto (Montejo, 2002).

El contenido de cemento asfáltico en una mezcla asfáltica es un factor importante que determina su rendimiento. Un contenido óptimo de cemento asfáltico proporciona a la mezcla la resistencia, durabilidad y comportamiento adecuado para soportar las cargas del tráfico y los cambios ambientales. Un equilibrio adecuado entre cemento asfáltico y agregados es esencial para lograr un pavimento de alta calidad (Montejo, 2002).

2.2.3. MEZCLA ASFÁLTICA

La selección de los componentes y sus proporciones en una mezcla asfáltica es un proceso complejo que requiere un conocimiento profundo de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. Los agregados pétreos y el asfalto son los elementos fundamentales de una mezcla asfáltica, y su selección y dosificación deben realizarse de forma que satisfagan los requisitos de calidad de la mezcla asfáltica y desempeño especificados para el proyecto (Martínez, 2000).

El control de calidad debido a la versatilidad de los agregados es único para cada proyecto, pudiéndose realizar el control de los

procedimientos de fabricación en planta y puesta en la vía después de que haya sido extendido y compactado (Limón, 2011).

2.2.4. CARPETA ASFÁLTICA

La parte superior de un pavimento bituminoso que está en contacto directo con el tráfico se conoce como capa de rodadura. Su función es soportar la carga de los vehículos y hacer la superficie uniformemente lisa para la conducción. Esta capa tiene que cumplir con las propiedades volumétricas y mecánicas del ensayo Marshall y los estándares de calidad EG - 2013, en cuanto a su construcción, debe ser compactados al 97 % del espécimen del ensayo compactadas de acuerdo a la ASTM D1188 (ASTM, 2023).

2.2.5. PAVIMENTO

Corresponde a la estructura compuesta por una serie de capas superpuestas, generalmente horizontales, que se diseñan y construyen de manera técnica utilizando materiales adecuados y compactándolos de manera apropiada. Estas capas se apoyan en la subrasante, que es el terreno natural sobre el que se construye la estructura del pavimento. El dimensionamiento y la construcción del pavimento deben tener en cuenta el estudio de tráfico, el tipo de terreno y el clima de la zona para garantizar su durabilidad y funcionalidad (Montejo, 2002).

Subrasante. Siendo la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras y está conformada por suelos cuyas propiedades físicas y mecánicas han sido evaluadas previamente. Son aceptadas y compactadas por capas de 0.15 m, donde los últimos 0.30 m de su construcción son compactados al 95 % de su máxima densidad seca del Proctor modificado con un óptimo contenido de humedad que puede presentar una variación $\pm 2 \%$ (MTC, 2013).

Base granular. Es la capa inferior de un pavimento, cuya función es de sostener directamente la carga ocasionadas por el tránsito. Esta capa es de material granular debiendo cumplir con un CBR $\geq 80 \%$, y

donde sus propiedades físicas y mecánicas deben cumplir con los estándares de calidad del proyecto, además su construcción debe cuidar su compactación, es decir, debe ser compactada al 100 % de la máxima densidad seca, con un óptimo contenido de humedad con una variación ± 1.5 % del ensayo Proctor modificado realizaron de acuerdo a la norma MTC E 115 (MTC, 2013).

2.2.6. LA CALIDAD DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.

Es fundamental y se realiza teniendo en cuenta los estándares de calidad EG - 2013, por ende debe cumplir con los niveles mínimos de calidad, considerando las climatológicas, el estudio de tráfico y la calidad de los agregados (Limón, 2011).

➤ CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

El control de la calidad del agregado grueso es un conjunto de actividades y procedimiento:

El rendimiento de un pavimento de hormigón asfáltico depende en gran medida del control de calidad del árido utilizado. A la hora de elegir un árido para un proyecto de pavimentación, deben tenerse en cuenta otras consideraciones además de la calidad. Estas consideraciones incluyen el origen, el coste y la disponibilidad del árido, así como el cumplimiento de las normas específicas establecidas para la creación de hormigón asfáltico de alta calidad. (Regalado y Regalado, 2018, p. 24)

Para el control eficiente de los materiales, como son los agregados que se está usando en la planta chancadora y playas para arena zarandeada en la producción de mezclas asfálticas en caliente lo cual puede comprender en el control de calidad de ellos como:

- Control de calidad de los agregados producidos en planta chancadora, como son las propiedades físicas y mecánicas y cumplir con la frecuencia de ensayo, que estipula las especificaciones técnicas del proyecto.

- Buena degradación granulométrica, que debe cumplir el porcentaje de grava y arena en la tolva y en los buzones de la planta continua según especifica las especificaciones técnicas del proyecto, el uso MAC - 2.
- Alimentación continua en frío en la tolva y control de calidad en la faja, según las fórmulas de trabajo conseguido en la calibración de la planta de asfalto.
- Requerimiento de calidad para los agregados grueso.

Los agregados utilizados en las mezclas bituminosas deben cumplir con las propiedades físicas y mecánicas necesarias para resistir la acción de los agentes ambientales y del tránsito. La ausencia de estas propiedades puede provocar el desprendimiento de la mezcla bituminosa, lo que puede generar problemas de seguridad y reducir la vida útil del pavimento.

En el proceso de tamizado el agregado que queda retenida en el tamiz N° 4, que tiene un tamaño de abertura de 4,75 milímetros. Esto debe cumplir con ciertos requisitos físicos y mecánicos para ser utilizada como agregado grueso. Estos requisitos se establecen en las normas técnicas, de igual modo los materiales deberán ser limpios, compactos y duraderos, además no deberán estar recubiertos de arcilla, limo u otras sustancias perjudiciales. Además, los acopios destinados deberán estar señalizado y cubierto para evitar una posible contaminación por el intemperismo y otros factores medioambientales (MTC, 2013).

En cuanto a los requerimientos de calidad del agregado grueso deben cumplir la siguiente tabla:

Tabla 1*Requerimientos en la calidad del agregado grueso*

Ensayo	Normativa	Capa de superficie
Abrasión Los Ángeles	ASTM C-131; MTC E 207	Máx. 40 %
Durabilidad al sulfato de magnesio	ASTM C-88; MTC E209	Máx. 18 %
Sales solubles	NTP 339.152	Máx. 0.5 %
Índice de durabilidad	AASHTO T-210; MTC E214	Mín. 35 %
Partículas chatas y alargadas	ASTM D-4791; MTC E 221	Máx. 10 %
Porcentaje de caras fracturadas	ASTM D-582; MTC E 210	Mín. 85/50 %
Absorción	ASTM C 118; MTC E 206	1.00%
Recubrimiento y desprendimiento de mezcla de agregados – betumen	ASTM D 1664; AASHTO T-182; MTC E 519	+95

Fuente: MTC (2013).

➤ CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGREGADO FINO

Deberá estar conformado por arena chancada y arena zarandeada de tamaño máximo de ¼". La proporción admisible de estos agregados será estimada en función al diseño de la mezcla y que cumpla con los estándares de calidad de las especificaciones técnicas EG - 2013 del proyecto correspondiente. Las gravillas del agregado fino deberán ser, limpios compactos, de superficie rugosa, moderada angularidad, carentes de grumos de arcilla u otros aglomerantes de material fino perjudiciales para la mezcla asfáltica. El material debe cumplir los requisitos de calidad indicados en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto y estar exento de cualquier sustancia que impida su adherencia y cohesión con el asfalto (MTC, 2013). Los requerimientos de calidad para los agregados finos para mezclas asfálticas se detallan a continuación:

Tabla 2*Requerimientos para los agregados finos para mezclas asfálticas en caliente*

Ensayo	Normativa	Valores
Durabilidad al sulfato de magnesio	ASTM C-88; MTC E 209	-
Sales solubles	NTP 339.152; MTC E 219	Máx. 0.5 %
Índice de Durabilidad	AASHTO T-210; MTC E 214	Mín. 35 %
Equivalente de Arena	ASTM D-2419; MTC E 114	Mín. 60 %
Índice Plástico del material que pasa malla N°40	ASTM D-4318; MTC E 111	NP
Índice Plástico del material que pasa malla N°200	ASTM D-4318; MTC E 111	Máx. 4
Angularidad	MTC E 222	Mín. 30 %

Fuente: MTC (2013).

➤ CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS COMBINADOS

Dependerá del tipo de mezcla elaborada, siendo para una MAC - 2 necesario que para las propiedades físicas y mecánicas, pueda responder con usos granulométricos, además cumplir con los estándares de calidad de las especificaciones técnicas del proyecto tal como se muestra en la Tabla 3 (MTC, 2013).

Tabla 3

Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente

Designación	MAC - 1		MAC - 2	
TNM	3/4"		1/2"	
Tamiz	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
1 1/2"				
1"	100			
3/4"	80	100	100	
1/2"	67	85	80	100
3/8"	60	77	70	88
Nº 4	43	54	51	68
Nº10	29	45	38	52
Nº 40	14	25	17	28
Nº 80	8	17	8	17
Nº 200	4	8	4	8

Fuente: MTC (2013).

➤ CALIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Al hablar de característica de calidad de la mezcla asfáltica, estarán de acuerdo a los requerimientos y especificaciones técnicas para un pavimento flexible (MTC, 2013). Además, con respecto al tema, las características físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para tráfico pesado se emplea lo estipulado por el MTC E 504 o ASTM D-1559.

Los propiedades volumétricos y mecánicos que debe cumplir las mezclas asfálticas en caliente son los siguientes requisitos que muestra la **Tabla 4** (MTC, 2016).

Tabla 4*Características de la mezcla asfáltica en caliente*

Parámetros Marshall	Capa de Superficie	
	Mínimo	Máximo
Número de golpes en cada lado		75
Estabilidad (Kg)	815	
Flujo (mm)	2	4
Porcentaje de vacíos de aire (%)	3	5
Vacíos en el agregado mineral (VMA)	Ver Tabla 5	
% de vacíos llenados con asfalto (VFA)	65%	75%
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta ASTM 4867 - AASHTO T 283	80%	
Índice de rigidez (Kg/cm)	1700	4000
Índice de compactibilidad	5	
Estabilidad retenida, 24 horas a 60° C en agua (%)	75	

Fuente: MTC (2013).

En cuanto del porcentaje de vacíos en el agregado mineral, según el tipo de uso siendo MAC - 2, encontrando un tamaño máximo del agregado grueso a usar es de $\frac{3}{4}$ ", corresponde un VMA de 14 % tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5*Valores de vacíos en el agregado mineral (VMA)*

Tamiz (TM)	VMA – Marshall (%)
2.36 mm (N° 8)	21.00
4.75 mm (N° 4)	18.00
9.50 mm (3/8")	16.00
12.5mm (1/2")	15.00
19.0 mm (3/4")	14.00
25.0 mm (1")	13.00
37.5 mm (1 1/2")	12.00
50.0 mm (2")	11.50

Fuente: MTC (2013).

2.2.7. METODOLOGÍA DEL DISEÑO MARSHALL

La metodología del ensayo Marshall se basa en la determinación de los parámetros volumétricos y mecánicos de las mezclas, además de encontrarse normado en la AASHTO T 245, ASTM D 6927 y la norma del MTC E - 504 (Pérez, 2017)

El método Marshall requiere de briquetas de prueba estándar de altura de 63.5 mm (2 1/2") y 101.6 mm (4") de diámetro. Se utiliza fichas técnicas, la tabla de viscosidad del cemento asfáltico, a fin de determinar

y verificar el uso granulométrico, porcentaje de cemento asfáltico, análisis de vacíos y la prueba de estabilidad y flujo de los especímenes compactados de acuerdo a la ASTM D6926 (ASTM, 2020).

En cuanto al procedimiento, se tiene que consiste al crear pruebas para definir los requisitos y verificar que la dosis utilizada satisface los requisitos técnicos, para lo cual, se selecciona los agregados, el asfalto, se elabora los espécimen o briquetas para calcular así los parámetros volumétricos y mecánicos; además determinar el porcentaje o contenido de cemento asfáltico; asimismo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Para que un pavimento sea durable, la mezcla asfáltica que lo compone debe tener un contenido óptimo de ligante asfáltico, una adecuada estabilidad, un contenido de aire-vacíos óptimo y una temperatura de trabajo adecuada.

Es dable resaltar que, el procedimiento del diseño de la mezcla asfáltica esta normado siguiendo los ensayos de gravedad específica tanto teórica como bruta, el porcentaje de vacíos, estabilidad y el flujo; donde esta última es función directa de la carga aplicada a la probeta antes del fallo y de la deformación (MTC, 2016).

En cuanto para compactar las briquetas, se utilizan golpes del martillo Marshall. La cantidad de golpes dependerá del tipo de tráfico previsto para la mezcla. Así, las dos caras de los especímenes recibirán una cantidad de golpes igual. Seguidamente, estas probetas se enfrían y se retiran de los moldes.

2.2.8. PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS DE MAC

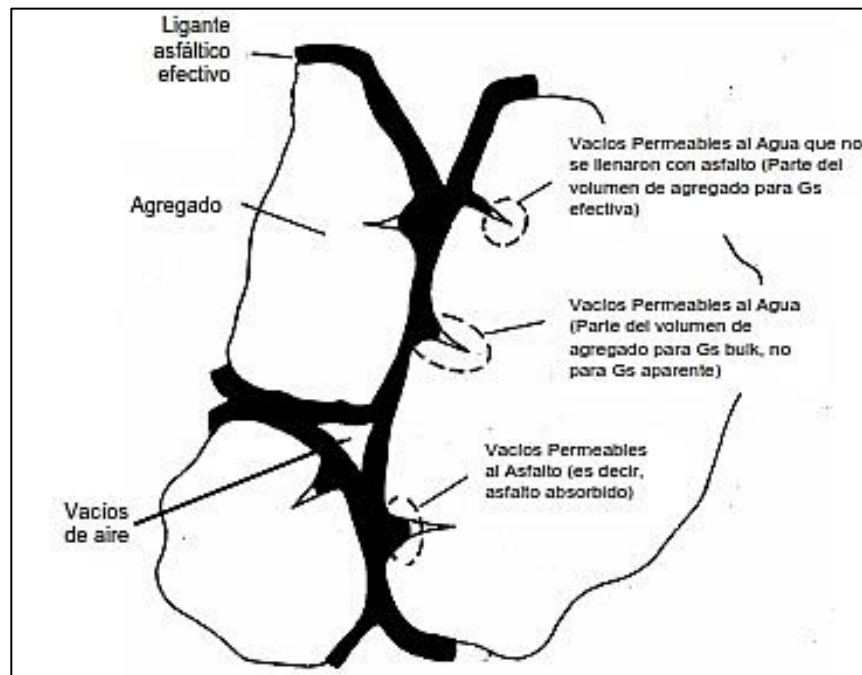
Estas mediciones se utilizan para garantizar que la MAC cumpla con los requisitos de diseño y construcción. Minaya y Ordóñez (2001) señalan que

Las características volumétricas de las mezclas compactadas - vacíos en el aire (V_a), vacíos en los áridos minerales (VMA), vacíos rellenos de asfalto (VFA) y contenido efectivo de asfalto (P_{be}), dan pistas

sobre el comportamiento probable del pavimento cuando se ponga en servicio (p. 108)

Figura 2

Gravedad específica bulk, efectiva y aparente, vacíos de aire y contenido de asfalto efectivo en mezclas compactadas



Fuente: Minaya y Ordóñez (2001).

El estudio de los parámetros volumétricos es importante para el diseño de mezclas asfálticas, está relacionado con la combinación física de los agregados, arena zarandeada, arena chancada, filer, agregado mineral y porcentaje de cemento asfáltico porque influyen directamente con los parámetros mecánicos y los estándares de calidad de las especificaciones técnicas del EG - 2013.

➤ **Densidad y gravedad específica**

Este método el objetivo del ensayo es determinar el peso específico de las muestras y el porcentaje de vacíos de aire de las mezclas bituminosas compactadas.

Matemáticamente es la proporción entre el peso de la muestra después de secarse al aire a temperatura ambiente y la diferencia entre sus pesos cuando se ha saturado en agua destilada y sumergida como

mínimo de 5 min en el agua a temperatura de preferencia a 25 °C en caso contrario se realiza una corrección por temperatura del parámetro “k” según en la Tabla 6, asimismo, la muestra alcanza su estado de saturación superficial y se sumerge en agua a la temperatura recomendada y se pesa, tal como menciona la ASTM D1188 (ASTM, 2022).

Tabla 6

Densidad relativa del agua y factor de conversión “K” para diversas temperaturas

Temperatura (°C)	Densidad absoluta del agua	Factor de corrección (K)
10	0.999728	1.002661
11	0.999634	1.002567
12	0.999526	1.002458
13	0.999406	1.002338
14	0.999273	1.002204
15	0.999129	1.002060
16	0.998972	1.001903
17	0.998804	1.001734
18	0.998625	1.001555
19	0.998435	1.001364
20	0.998240	1.001162
21	0.998022	1.000950
22	0.997801	1.000728
23	0.997569	1.000495
24	0.997327	1.000253
25	0.997075	1.000000
26	0.996814	0.999738
27	0.996544	0.999467

Fuente: ASTM D1188 (ASTM, 2022).

Entonces, La gravedad específica es considerada como una medida de la densidad de un material, incluyendo los vacíos que pueda contener. Se calcula como la relación entre la masa del material y el volumen que ocupa, a una temperatura determinada.

➤ **Densidad y la gravedad específica máxima teórica**

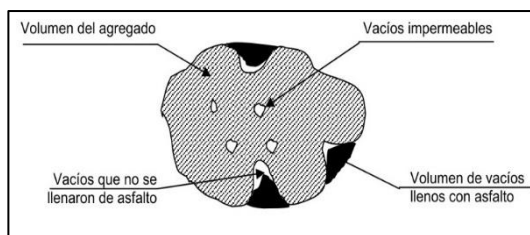
Conocido como RICE, este ensayo tiene como objetivo determinar densidades específicas máximas teóricas de las mezclas asfálticas en su estado suelto, cuyos valores están influenciados por la composición de la mezcla en términos de degradación y calidad de agregados, ligante asfáltico y aditivos de la mezcla asfáltica en caliente. Fundamentalmente esta densidad máxima teórica es usada para los cálculos del volumen

de aire atrapado en la mezcla de asfalto (American Society for Testing and Materials ASTM D2041/D2041M-19, 2019).

Matemáticamente la gravedad específica teórica máxima se representa mediante la siguiente figura:

Figura 3

Gravedad específica teórica máxima (RICE)



Fuente: Minaya y Ordóñez (2001).

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Donde la nomenclatura de cada uno de los símbolos en la figura líneas arriba donde:

G_{mm} es el peso específico teórico más elevado (RICE), G_{se} es el peso específico efectivo del árido impregnado en el asfalto, P_{mm} es el peso total de la mezcla, P_s es el peso del árido y P_b es el peso del asfalto. (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 192).

➤ **Porcentaje de vacíos**

En la mezcla calentada y comprimida, el "vacío" se refiere a los espacios de aire y oxígeno entre las partículas de los áridos. El vínculo entre los pesos unitarios y la densidad máxima teórica es el análisis que garantiza que las gamas de mezclas asfálticas se ajustan a las proporciones volumétricas de los materiales y cumplen las normas de calidad del pliego de prescripciones técnicas. EG - 2013.

Asimismo, el vacío es el volumen de aire atrapado, entre los agregados permeables que no fueron recubierto y adheridos por cemento asfáltico luego de la compactación (Minaya y Ordóñez, 2001).

El control calidad son importantes para la durabilidad del pavimento ya que si se sobrepasa los parámetros que estipula las especificaciones técnicas, es decir entre 3 % - 5 % se presentaría una mezcla con muchos vacíos que sería afectada por los factores climáticos, es decir ingresaría agua y aire ocasionando deterioro y si por lo contrario la permeabilidad de la mezcla disminuirá como consecuencia de la baja temperatura, y también pueden producirse fallos de ahuellamiento porque el asfalto no pueda encajar en la zona vacía existente debido al cambio de temperatura. (León, 2019).

➤ **Vacíos en el agregado mineral (VMA)**

Minaya y Ordóñez (2001) señalan que los vacíos en el agregado mineral (VMA) son la cantidad de espacio vacío que hay entre los agregados recubiertos de asfalto. Este espacio vacío es necesario para que la mezcla asfáltica pueda absorber los impactos del tráfico y proporcionar una superficie con rugosidad o índice de servicialidad y uniforme.

Mientras que, Garnica et al. (2005) consideran que es el “Volumen de huecos de aire y contenido efectivo de asfalto presente en el espacio vacío intergranular entre las partículas de árido de una mezcla asfáltica compactada, expresado como porcentaje del volumen total de la muestra” (p. 8). Asimismo, para León (2019) el volumen de aire en mezclas asfálticas compactadas (VAM) es un parámetro volumétrico fundamental que afecta la durabilidad de la mezcla. Un VAM alto proporciona una película de asfalto más gruesa y una mezcla más plástica, lo que mejora la resistencia a la abrasión y la fatiga. Un VAM bajo proporciona una película de asfalto más fina y una mezcla más seca, lo que reduce la durabilidad.

➤ **Contenido de asfalto efectivo de las mezclas asfálticas (Pbe)**

El contenido de asfalto efectivo (Pbe) es la cantidad de asfalto que se adhiere a los agregados de una mezcla asfáltica compactada. Se

calcula restando el contenido de asfalto absorbido (P_a) del contenido de asfalto total (P_t) (Garnica et al., 2005).

➤ **Vacíos de aire de la mezcla asfáltica (V_a)**

Garnica et al. (2005) mencionan que los vacíos de aire en la mezcla asfáltica.

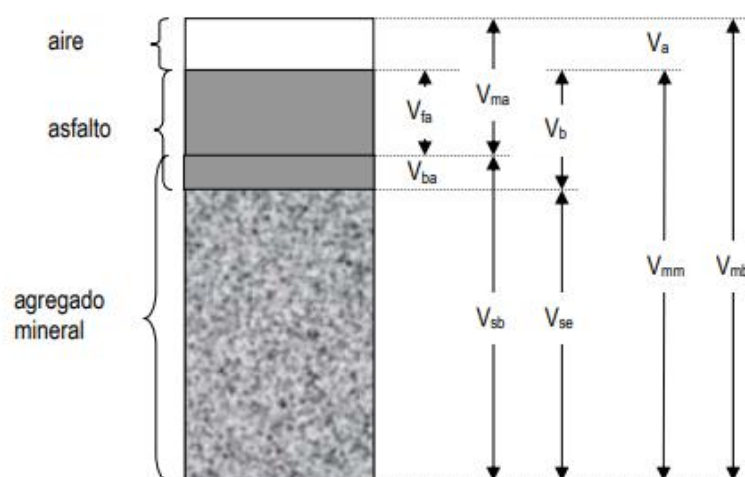
El volumen total, expresado como porcentaje del volumen neto de la mezcla de pavimento compactado, de una minúscula bolsa de aire que existe entre las partículas de árido revestido de la mezcla. (p. 98)

➤ **Vacíos llenados con asfalto de la mezcla asfáltica (VFA)**

De la misma manera el porcentaje de asfalto de la mezcla que se encuentra en los espacios entre las partículas de áridos se denomina "huecos llenos de asfalto", o VFA. Un VFA alto indica que hay una mayor cantidad de asfalto en la mezcla, lo que puede mejorar la adherencia entre el asfalto y el agregado, así como la resistencia a la abrasión. $(VAM - V_a)/VAM$ (Garnica et al., 2005). las definiciones mencionadas representan en la siguiente figura:

Figura 4

Componente del diagrama de compactación de mezclas asfálticas



Fuente: Garnica et al. (2005).

Donde la nomenclatura de cada uno de los símbolos en la figura líneas arriba donde: El volumen de un hueco en un árido mineral se representa por su V_{ma} , su volumen total por su V_{mb} , su volumen sin huecos en la mezcla asfáltica por su V_{mm} , sus huecos rellenos de asfalto por su V_{fa} , sus huecos de aire por su V_a , su volumen de asfalto por su V_b , su volumen de asfalto absorbido por su V_{sb} , su peso específico másico y su peso específico efectivo por su V_{se} . (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 197)

2.2.9. PARÁMETROS MECÁNICOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Para determinar los parámetros mecánicos de las mezclas asfáltica en caliente, se preparan especímenes teniendo en cuenta las condiciones climáticas y ESAL (ejes equivalentes), mediante un procedimiento riguroso con el propósito de alcanzar su vida útil y cumple con los estándares de calidad de la metodología Marshall los componentes de la mezcla: agregados, cemento asfáltico, polvo mineral, filer y aditivo, esto para establecer la resistencia ante la deformación plástica de la mezcla compactada tanto en laboratorio como en campo mediante ensayos destructivos con la diamantina. Dentro de las características mecánicas más resaltantes en la metodología Marshall de las mezclas asfálticas determinadas a partir de especímenes compactados se tiene a la estabilidad y el flujo Marshall.

➤ Ensayo para determinar la estabilidad y flujo Marshall

El procedimiento de ensayo como menciona en las normas técnicas peruanas, para hallar la estabilidad y el flujo de mezclas asfálticas, se coloca una probeta en un baño María a 60 °C por 30 o 40 minutos. Luego, se retira la probeta del baño María y se seca cuidadosamente. La probeta se coloca en la mordaza inferior de un aparato de carga y la mordaza superior se centra sobre ella.

➤ **La estabilidad Marshall**

Es una medida de la resistencia de una mezcla asfáltica compactada a esfuerzos de deformación desarrollados a través del equipo Marshall. De igual forma se puede definir como la máxima carga que una probeta de mezclas asfálticas puede soportar antes de sufrir una deformarse o fallar. Las variables intervinientes en la magnitud de la estabilidad Marshall varían en función a varios factores: propiedades físicas de los agregados, la degradación, la combinación física de los aglomerantes, pasante la malla número doscientos, el porcentaje de cemento asfáltico (MTC, 2013).

➤ **El flujo Marshall**

Se define como la medida respecto a la deformación de las mezclas asfálticas. Su unidad de medida en centésima de pulgada durante el ensayo de estabilidad Marshall(MTC, 2013)..

Como opinión y los resultados arrojados en laboratorio, se puede inferir si el flujo Marshall supera los límites permisibles especificada en las especificaciones técnicas, la mezcla asfáltica se considera demasiada plástica o inestable, que en el futuro podría sufrir, ahuellamiento, exudación. Por lo contrario, si el flujo Marshall está por debajo del límite inferior, la mezcla se considerada demasiada rígida.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Adhesión. Es la fuerza que mantiene unidas dos superficies diferentes. Siendo por ejemplo con las MAC, la fuerza que mantiene unidos los áridos minerales al cemento asfáltico (Figueroa, 2015).

Adhesividad. Concepto referido a la capacidad de un ligante de permanecer unido a un árido, cubriéndolo sin riesgo de desplazamiento incluso en presencia de agua; la adherencia se define como la fuerza por unidad de superficie que une las moléculas del ligante a las moléculas del árido. (López, 2018, p. 19)

Aditivos mejoradores de adherencia para asfaltos. Entre las definiciones más recientes frente al tema destaca la de Tacca (2018, p. 10). Explicados como productos surfactantes o tensoactivos que conforman especies químicas con estructuras polares o no polares y facilitan el ensamblaje de puentes químicos entre las partículas de asfalto y las de agregados.

Asfalto. El asfalto por sus propiedades y funciones es una sustancia espesa y pegajosa con un tono parecido al plomo (gris oscuro). Para pavimentar carreteras, se combina con grava o arena. Sirve de aglutinante en las mezclas asfálticas para construir carreteras, autopistas y autovías. Se encuentra en el petróleo crudo. El componente más pesado del petróleo crudo es el asfalto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 24)

Briquetas. Se refiere a los especímenes usados en las pruebas de laboratorio a fin de determinar la calidad de los materiales asfálticos. La prueba consiste en preparar briquetas de dimensiones 63.5 mm (2.5 pulgadas) de altura y de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro, a partir de una mezcla de asfalto y agregados. Las briquetas se preparan considerando una secuencia normalizada de calentamiento, luego mezclado y la compactación según el tipo de tráfico que soportara la vía (Figuerola, 2015).

Cohesión. Definida como una propiedad intrínseca de los materiales es entendida como la fuerza de atracción ejercida por las moléculas de un mismo material. El árido y el cemento asfáltico son materiales con propiedades de cohesión propias, las cuales contribuyen a la adhesión entre ambos materiales en la mezcla asfáltica (Figuerola, 2015).

Estabilidad. Siendo definida como la capacidad de mantener su suavidad y forma después de cargas repetidas; el surcado, también conocido como ondulación, y otros indicios de cambios en la mezcla están presentes en un pavimento desequilibrado. (MTC, 2013, p.26).

Impermeabilidad. Corresponde a la propiedad o capacidad de ciertos materiales que les permite oponerse el paso de aire y agua a través de ellos. En el caso de los pavimentos, la impermeabilidad es importante para evitar

que el agua de lluvia penetre en la estructura del pavimento, lo que podría causar daños y deterioro (MTC, 2013).

Desprendimiento. Figueroa (2015) afirma que el desprendimiento ocurre con la película de asfalto se separa del árido sin que éste se rompa; cuando esto ocurre, el ligante y el árido pierden su adherencia, y el ligante se separa como resultado de la acumulación de agua en la interfaz árido-agregado. (p. 42).

Gradación. Concepto asociado a la distribución de tamaños de las partículas de un material. Así mismo se puede representar como una curva granulométrica, que muestra la cantidad de partículas de cada tamaño. Una curva granulométrica continua, sin quiebres bruscos, es ideal para la mayoría de las aplicaciones. Esto se debe a que una curva continua proporciona una distribución uniforme de tamaños de partículas, lo que es importante para las propiedades del material(Pérez, 2017).

Granulometría. Es la distribución granulométrica de un agregado, que se define como la proporción de partículas de diferentes tamaños que lo componen. Se puede determinar mediante un método de tamizado, que separa las partículas por tamaño que deberían cumplir un uso determinado para el uso en diseño de la mezcla asfáltica(Pérez, 2017).

Las Normas ASTM. Son un conjunto de estándares internacionales para ensayos de materiales. Se utilizan en investigaciones y proyectos de infraestructura vial para mejorar el sistema de calidad de las obras viales. Las normas ASTM estandarizan los ensayos para garantizar la repetibilidad, reproducibilidad y trazabilidad de los resultados. Esto es fundamental para la aceptación de productos y servicios por todo el mundo(Pérez, 2017)

Mezcla asfáltica en caliente. es un material compuesto que se utiliza en la construcción de infraestructura vial. Generalmente está compuesto de asfalto, un material bituminoso, y materiales minerales, como áridos y finos. La mezcla se calienta a altas temperaturas donde especifican la carta de viscosidad del producto para que se adhiera y se pueda extender en capas (Imata, 2020).

Planta de asfalto. Es una instalación industrial que se utiliza para producir mezcla asfáltica en caliente. Las plantas de asfalto pueden ser de tipo continuo o discontinuo, según el método de producción que utilicen(MTC, 2013).

Polvo mineral (filler). Consiste en la fracción del árido pétreo total pasante del tamiz 200. Se trata de un material finamente dividido, de granulometría inferior a 0.075 mm, que se utiliza en las mezclas asfálticas para mejorar sus propiedades mecánicas y de trabajabilidad(MTC, 2013).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El aditivo Quimibond Advance mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica (MAC - 2 con PEN 60/70) en el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) La incorporación del aditivo Quimibond Advance modifica significativamente las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023.
- b) El aditivo Quimibond Advance varía significativamente los parámetros del método Marshall para mezclas asfálticas en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión – 2023.
- c) El aditivo Quimibond Advance varía significativamente la adherencia entre los agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Contempló al comportamiento mecánico presentado por la mezcla asfáltica en caliente, evaluando también sus propiedades volumétricas, los parámetros que considera el método Marshall y la adherencia entre los agregados.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

En la misma línea, se tiene al aditivo mejorador de adherencia Quimibond advance, que fue empleado en dosificaciones de 0 %, 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % respecto al peso del cemento asfáltico.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 7

Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Independiente (X): aditivo mejorador de adherencia Quimibond advance.	"Es un aditivo líquido en base a amina que mejora la adherencia entre el agregado-asfalto incrementando la adhesión y cohesión" (QSI, 2022).	Se consideró dosificaciones de 0,0 0.2, 0.3 y 0.4 % del peso del cemento asfáltico.	Cantidad de aditivo	0 % de aditivo	%
				0.2 % de aditivo	%
				0.3 % de aditivo	%
				0.4 % de aditivo	%
Dependiente (Y): comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente	Son las características físico - mecánico de la mezcla asfáltica en caliente para tráfico pesado (MTC, 2013).	Se consideró el ensayo Marshall para la medición de cada una de las propiedades.	Propiedades volumétricas	Volumen de vacíos con aire (Vv)	%
				Volumen de asfalto efectivo (Vae)	%
				Vacíos de agregado mineral (VMA)	%
				Vacíos llenos de asfalto (VFA)	%
			Parámetros del ensayo Marshall	Flujo	mm
				Estabilidad	kg
				Relación de estabilidad / flujo	kg/cm
				Peso específico máxima teórica- RICE	g/cm ³
			Adherencia	Gravedad específica	g/cm ³
				Adhesividad de mezcla de agregado-betumen	%

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo se caracteriza por la medición y el análisis de variables de la forma numérica, con el objetivo de generalizar los resultados. En caso en cuestión, se utilizó un enfoque cuantitativo para medir las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente con y sin el aditivo mejorador de adherencia (Bernal, 2010).

Los resultados del estudio son objetivos y replicables, ya que se basaron en datos numéricos que fueron analizados estadísticamente, desde la prueba de normalidad con el estadístico Shapiro - Wilk y la comparación de grupos por medio del ANOVA de un factor y Kruskal – Wallis con el empleo del programa SPSS.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance de investigación explicativa se caracteriza por establecer relaciones causales entre variables. En el caso en cuestión, en la investigación se buscó determinar la relación causal entre la incorporación de un aditivo mejorador de adherencia(variable independiente) y las propiedades volumétricas y los parámetros del método Marshall(variable dependiente)(Hernández et al., 2014).

Para ello, se realizó un diseño experimental, en que se comparan las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente para un nivel de tránsito elevado con y sin el incorporador de aditivo. Los resultados del estudio permitieron la contrastación de hipótesis y su posterior discusión de resultados de la investigación planteada.

3.1.3. DISEÑO

El diseño de investigación experimental es un tipo de diseño de investigación que permite manipular la variable independiente para evaluar su impacto en la variable dependiente (Hernández et al., 2014). Por lo tanto, esta investigación optó por el diseño experimental para evaluar el efecto de la incorporación de un aditivo mejorador de adherencia en las características y comportamiento de las mezclas asfálticas. Se manipuló el contenido del aditivo Quimibond Advance en la mezcla asfáltica, y se comparó las propiedades de las mezclas asfálticas con y sin aditivo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Considerado como la totalidad de la unidad de análisis, fue la mezcla asfáltica en caliente diseñada para soportar un alto tránsito. Se evaluó la mezcla sin y con incorporación del aditivo mejorador de adherencia “Quimibond Advance” en tres porcentajes: 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % del peso del cemento asfáltico.

3.2.2. MUESTRA

Estimada en función al tipo de muestreo no probabilístico e intencional se eligen los elementos de la muestra de acuerdo con el criterio del investigador. El investigador selecciona los elementos relevantes para contrastar los objetivos planteados del estudio de la investigación, basándose en el conocimiento del tema y la población objetiva. Para este estudio se consideró un total de 163 especímenes de mezclas asfálticas en caliente sin y con la incorporación del aditivo quimibond advance en tres porcentajes: 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % del peso del cemento asfáltico PEN 60/70, tal como se puede observar en la Tabla 8, donde para cada grupo se varió el contenido de cemento asfáltico desde 5 a 7 %, obteniéndose con ello el contenido óptimo y volver a

medir cada una de las propiedades volumétricas, del diseño Marshall y la adherencia.

Tabla 8

Número de especímenes de muestreo

Propiedades	Contenido de cemento asfáltico (%)																																				
	MAC sin aditivo						MAC + 0.2 % de aditivo					MAC + 0.3 % de aditivo					MAC + 0.4 % de aditivo																				
	5.0	5.5	6.0	6.2	6.5	7.0	5.0	5.5	5.9	6.0	6.5	5.0	5.5	5.8	6.0	6.5	5.0	5.5	5.7	6.0	6.5																
Volumen de vacíos con aire	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																
Volumen de asfalto efectivo																																					
Vacíos de agregado mineral																																					
Vacíos llenos de asfalto																																					
Deformación																																					
Resistencia a la deformación																																					
Relación de estabilidad/flujo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																	
Gravedad específica																																					
Peso específico máximo teórico (RICE)																																					
Adhesividad de mezcla de agregado-betumen	2						2					2					2																				
Adhesividad de mezcla de agregado-betumen por acción de agua	2						2					2					2																				

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Cómo técnica para la recolección de datos aplicada en el desarrollo de esta tesis de investigación fue la observación directa. Esta técnica se utilizó para registrar los resultados de las pruebas de caracterización a nivel de laboratorio de cada uno de los componentes de la mezcla asfáltica en caliente, así como los parámetros volumétricos, parámetros del ensayo Marshall sumados a la adherencia con y sin la incorporación del aditivo Quimibond Advance con los tres porcentajes de variaciones: 0.20 %, 0.30 % y 0.40 % del peso del cemento asfáltico PEN 60/70.

Como instrumentos se consideró fichas elaboradas: del laboratorio de mecánica de suelos y tecnología del asfalto acorde a las normas técnicas peruanas, normas del manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016).

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En primera instancia se consideró tablas de tabulación de doble entrada, gráficos de dispersión de datos y gráficos de barras, para la presentación de datos granulométricos y el comportamiento de las mezclas asfálticas en caliente.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

El desarrollo de la interpretación de datos se consideró a la estadística descriptiva en base al promedio aritmético, desviación estándar y variación porcentual con el empleo del programa Microsoft Excel. Asimismo, se consideró la estadística inferencial, desde la prueba de normalidad mediante el estadístico de Shapiro - Wilk y la comparación de grupos por medio del ANOVA de un factor y Kruskal – Wallis a través del empleo del programa SPSS, en cada caso se consideró un error del 5 % y una confiabilidad del 95 %.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. AGREGADO FINO

El agregado fino utilizado para la combinación de agregados, estuvo constituido por la mezcla de dos tipos de arena, la primera chancada y la segunda zarandeada, esto debido a que previamente fue determinado que la arena natural por sí sola sería insuficiente para las necesidades del proyecto.

De este modo, se presenta la Tabla 9, donde se tienen los resultados del análisis granulométrico realizado sobre una muestra de 955.60 gramos de arena chancada de la cantera del río Higueras.

Tabla 9

Granulometría global de la combinación de arenas

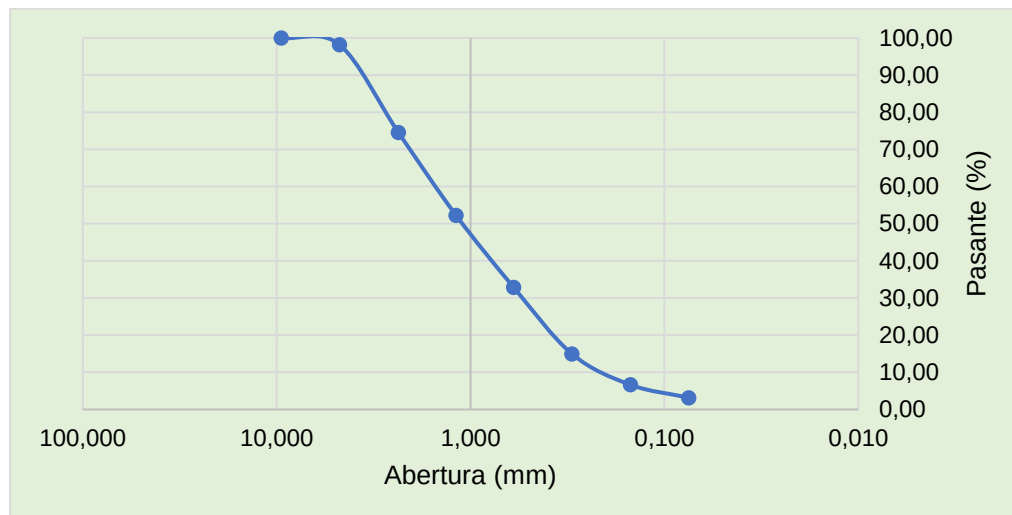
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje (%)		
			Retenido	Acumulado	Pasante
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	17.30	1.81	1.81	98.19
N° 8	2.360	225.30	23.58	25.39	74.61
N° 16	1.190	213.20	22.31	47.70	52.30
N° 30	0.600	185.40	19.40	67.10	32.90
N° 50	0.300	171.40	17.94	85.04	14.96
N° 100	0.150	79.30	8.30	93.33	6.67
N° 200	0.075	33.30	3.48	96.82	3.18
Platillo		30.40	3.18	100.00	0.00
Total		955.60	100.00		

A partir de estos resultados, se determinó que la arena chancada estaba compuesta por proporciones de grava, arena y finos del 1.81, 95.01 y 3.18 % respectivamente, presentando también un coeficiente de uniformidad (Cu) de 7.61 y un coeficiente de curvatura (Cc) de 0.96, de este modo, se determina que la arena de la combinación física es un material bien graduado y apropiado para su uso.

Considerando ello, a continuación, se adjunta la curva granulométrica de este material.

Figura 5

Curva granulométrica de la arena M-01



En la misma línea, la Tabla 10 expone los resultados del análisis granulométrico realizado para una muestra de 885.30 g de arena zarandeada de la cantera del río Higuera.

Tabla 10

Granulometría de la arena zarandeada

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje (%)		
			Retenido	Acumulado	Pasante
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	18.20	2.06	2.06	97.94
N° 8	2.360	209.60	23.68	25.73	74.27
N° 16	1.190	188.20	21.26	46.99	53.01
N° 30	0.600	151.30	17.09	64.08	35.92
N° 50	0.300	132.50	14.97	79.05	20.95
N° 100	0.150	108.70	12.28	91.32	8.68
N° 200	0.075	51.30	5.79	97.12	2.88
Platillo		25.50	2.88	100.00	0.00
Total		885.30	100.00		

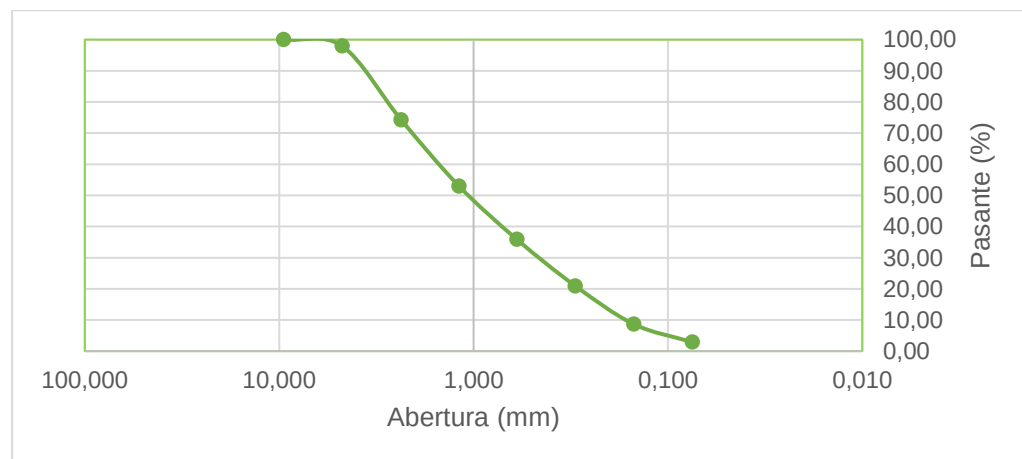
Estos resultados dan a conocer que este material está conformado por un 2.06 % de grava, 95.06 % de arena y un 2.88 % de finos, además permiten la obtención de los coeficientes de curvatura y uniformidad,

siendo estos de 0.86 y 9.22 respectivamente, por lo tanto, este material también presenta una granulometría apta para su uso en la mezcla asfáltica.

Asimismo, en la Figura 6 se presenta la curva granulométrica de este material.

Figura 6

Curva granulométrica de la arena M-02



Además de presentar una granulometría adecuada, los agregados deben tener características que garanticen la calidad de la mezcla y los elementos elaborados a partir de estas, siendo el caso de un pavimento flexible, unos agregados de buena calidad permitirán a la carpeta asfáltica resistir de mejor manera los efectos del intemperismo y durar por mucho más tiempo.

En la siguiente tabla se exponen los valores de las propiedades físicas y químicas tanto de la arena “M1” y “M2” que fueron combinados para la obtención del agregado fino para la mezcla asfáltica.

Tabla 11*Propiedades de los agregados finos*

Material	Propiedad							
	Gravedad específica	Equivalente de arena (%)	Angularidad del agregado fino (%)	Índice de plasticidad (tamiz N° 40)	Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	Índice de plasticidad (tamiz N° 200)	Sales solubles totales (%)	Absorción (%)
M1	2.650	68.00	43.20	NP	3.62	3.50	0.15	1.13
M2	2.650	69.00	43.00	NP	3.03	3.50	0.20	1.13
Promedio	2.650	68.50	43.10	NP	3.33	3.50	0.18	1.13
Especificación (EG 2013)	-	60 mín.	30 mín.	NP	-	4 máx.	0.5 máx.	0.5 máx.
Cumple	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

El Manual de "Especificaciones generales para construcción" del MTC (2013) permite mayores valores de absorción siempre que estén aseguradas las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

En la tabla siguiente presentada los resultados se aprecia que los materiales que conforman el agregado fino para la dosificación de agregados, cumplen con todas las especificaciones tanto de manera individual como en su conjunto tal como son presentadas por el MTC (2013) en el manual de especificaciones técnicas generales para construcción, por lo tanto, son aptas para su uso en la conformación de mezclas asfálticas en caliente tal como lo especifica la sección 423.

4.1.2. AGREGADO GRUESO

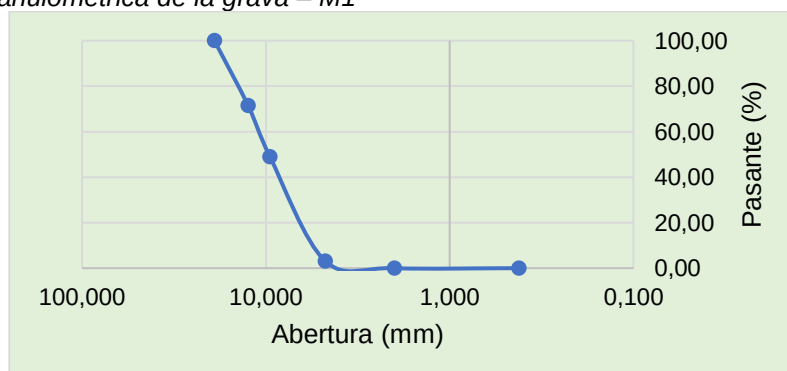
El agregado grueso fue obtenido de la cantera del río Higueras, este material no pasó por un proceso de chancado o triturado, en ese sentido, el trabajo consistió en el análisis de dos muestras distintas catalogadas como M1 y M2. En la Tabla 12 se presentan los resultados del análisis granulométrico realizado sobre 6863.80 g de la muestra M1 del agregado grueso.

Tabla 12
Granulometría de la grava – M1

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje (%)		
			Retenido	Acumulado	Pasante
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	1955.00	28.48	28.48	71.52
3/8"	9.500	1545.00	22.51	50.99	49.01
N° 4	4.750	3150.00	45.89	96.89	3.11
N° 10	2.000	213.80	3.11	100.00	0.00
N° 40	0.420	0.00	0.00	100.00	0.00
Total		6863.80	100.00		

Como puede apreciarse, esta muestra presenta material retenido a partir del tamiz estandarizado de 1/2", que sigue hasta el tamiz N° 10, teniendo así porcentajes de grava, arena y finos de 96.90, 3.10 y 0 % respectivamente, sumado a ello, el coeficiente de uniformidad de la muestra fue de 2.06 y el coeficiente de curvatura de 0.89, los cuales pueden ser considerados como valores bajos y poco favorables, sin embargo, esto será compensado al combinar todos los agregados por lo que no traerá mayores inconvenientes. La Figura 7 expone la curva granulométrica obtenida para esta muestra a partir del análisis realizado previamente.

Figura 7
Curva granulométrica de la grava – M1



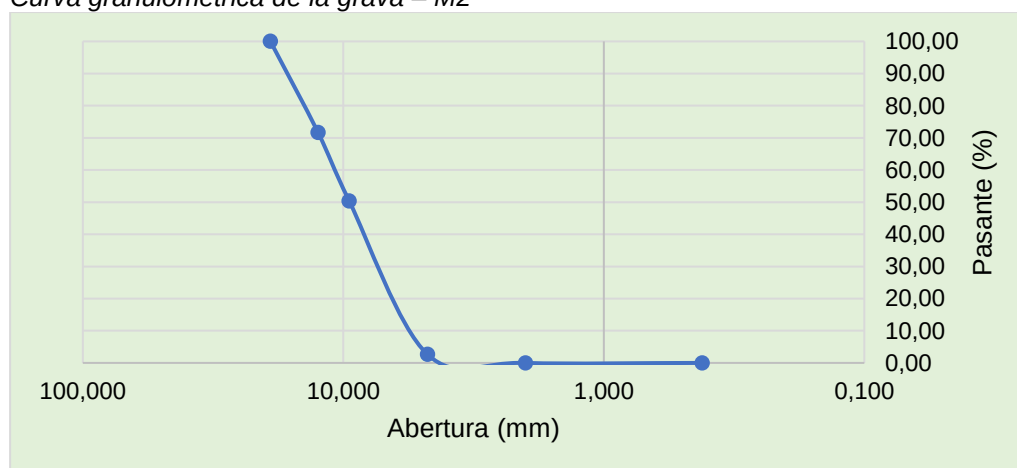
A continuación, en la Tabla 13 se presentan los resultados del análisis granulométrico realizado para 7012.00 gramos de la segunda muestra de agregado grueso extraído de la cantera del río Higueras.

Tabla 13
Granulometría de grava – M2

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje (%)		
			Retenido	Acumulado	Pasante
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	1988.00	28.35	28.35	71.65
3/8"	9.500	1489.00	21.24	49.59	50.41
N° 4	4.750	3350.00	47.78	97.36	2.64
N° 10	2.000	185.00	2.64	100.00	0.00
N° 40	0.420	0.00	0.00	100.00	0.00
Total		7012.00	100.00		

Los resultados indican que esta muestra está compuesta por cantidades de 97.40, 2.60 y 0.00 % de grava, arena y finos respectivamente, presentando así un coeficiente de uniformidad de 2.03 y un coeficiente de curvatura de 0.88, que como fue explicado previamente, son valores bajos que se verán compensados durante el proceso de mezclado de material, estos resultados se plasman en la Figura 8.

Figura 8
Curva granulométrica de la grava – M2



De igual forma que con los agregados finos, es indispensable conocer las características del agregado grueso que será utilizado en la combinación de agregados para la mezcla asfáltica, pues también serán influyentes en las capacidades de durabilidad de la capa superficial del pavimento flexible.

Por ello, en la Tabla 14 se exponen los resultados de los ensayos para la determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales utilizados para la obtención del agregado grueso de la mezcla.

Tabla 14

Propiedades de los agregados gruesos

Material	Propiedad							
	Gravedad específica	Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	Abrasión Los Ángeles (%)	Una cara fracturada (%)	Dos caras fracturadas (%)	Partículas chatas y alargadas (%)	Sales Solubles Totales (%)	Absorción (%)
M1	2.738	5.20	19.00	93.90	89.80	4.37	0.22	0.47
M2	2.735	6.80	20.00	94.20	89.40	4.56	0.25	0.50
Promedio	2.737	6.00	19.50	94.05	89.60	4.47	0.24	0.49
Especificación (EG 2013)	-	18 máx.	40 máx.	85 mín.	50 mín.	10 máx.	0.5 máx.	1 máx.
Cumple	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

De los resultados de la Tabla 14, puede apreciarse que las diferentes muestras de material de agregado grueso cumplen con las características solicitadas por el Manual de especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013). tanto de manera individual como en su conjunto, por lo tanto, son aptas para su uso en la combinación de agregados para la elaboración de mezclas asfálticas.

4.1.3. GRANULOMETRÍA DE LA MEZCLA

Para la determinación de la granulometría de la mezcla asfáltica, fueron considerados los resultados y características de los materiales disponibles en las canteras cercanas a la zona de construcción del pavimento.

Considerando ello, en la tabla adjunta a continuación, se aprecia la granulometría de la combinación de agregados con la que será conformada la mezcla asfáltica, teniendo una cantidad de material pasante por las mallas de los tamices estandarizados de ¾", ½", 3/8", N° 4, N° 10, N° 40, N° 80 y N° 200 de 100 %, 87.40 %, 77.10 %, 55.90 %, 41.00 %, 18.39 %, 10.10 % y 5.00 % respectivamente, además también fueron adjuntados los límites máximos y mínimos de material pasante para cada uno de estos tamices siguiendo lo establecido en la sección 423 del Manual de especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013).

Tabla 15

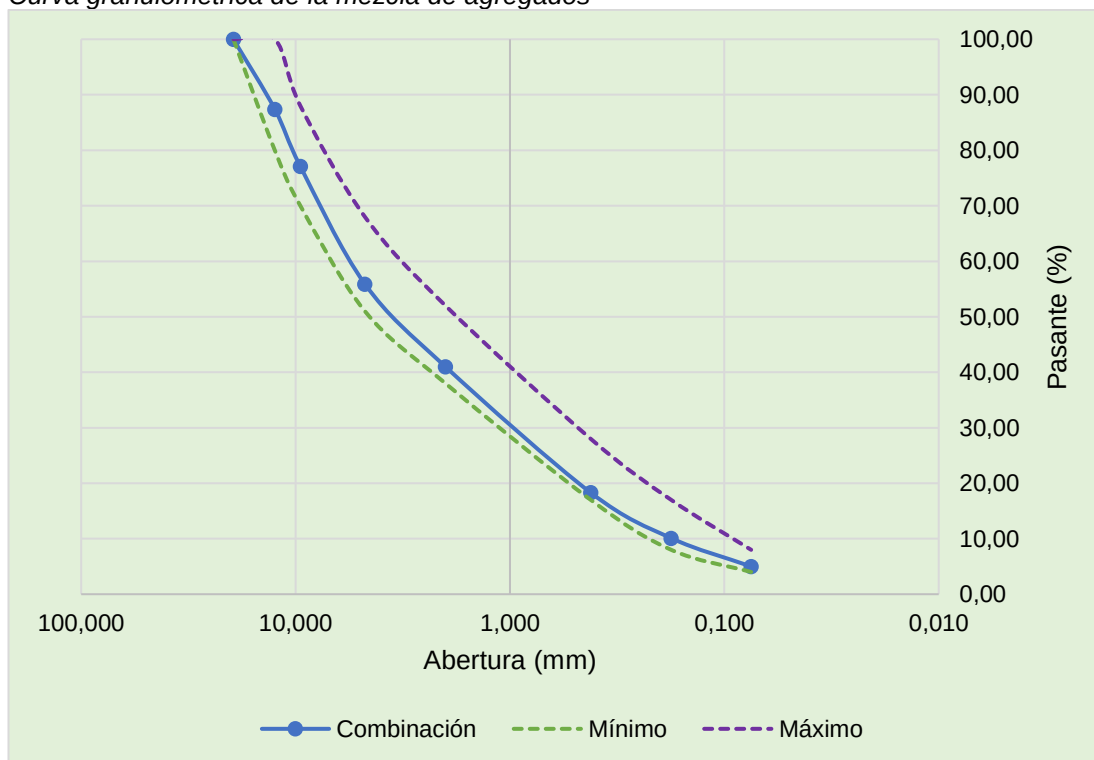
Granulometría de la mezcla de agregados

Tamiz	Abertura (mm)	Material pasante (%)			Límites MAC-2 (%)	
		Tolvas en frío	Mezcla de buzones	Combinación final	Mínimo	Máximo
¾"	19.500	100.00	100.00	100.00	100	100
½"	12.500	88.60	87.40	87.40	80	100
3/8"	9.500	79.40	76.60	77.10	70.00	88.00
N° 4	4.750	57.20	57.00	55.90	51.00	68.00
N° 10	2.000	42.50	44.10	41.00	38.00	52.00
N° 40	0.420	19.00	16.20	18.30	17.00	28.00
N° 80	0.177	11.20	9.80	10.10	8.00	17.00
N° 200	0.075	6.90	5.50	5.00	4.00	8.00

A partir de los resultados mostrados en la tabla anterior, en la Figura 9 se presenta la curva granulométrica de la combinación de agregados a usarse en la conformación de las mezclas asfálticas para la construcción del pavimento flexible, además se compara con los límites establecidos por el MTC (2013).

Figura 9

Curva granulométrica de la mezcla de agregados



Como se puede apreciar en la Figura 9, la combinación de agregados presenta una granulometría adecuada a los requerimientos del manual y por lo tanto es apta para usarse en la elaboración de mezclas asfálticas.

4.1.4. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE SIN ADITIVO

Una vez conocidas las características de los agregados que conformarían la mezcla asfáltica, fueron elaboradas mezclas en conjunto con un cemento asfáltico de PEN 60/70, considerando porcentajes de 5.0 a 7.0 en intervalos de 0.5 %, de este modo, se exponen los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Tabla 16

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC sin aditivo

Cemento asfáltico (%)	Volumen de vacíos con aire (%)	Volumen de asfalto efectivo (%)	Vacíos de agregado mineral (%)	Vacíos llenos de asfalto (%)	Resistencia a la deformación (mm)	Estabilidad corregida (kg)	Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	Gravedad específica (g/cm ³)
5.00	7.60	4.00	16.70	54.70	1.80	1280.00	7111.10	2.521	2.330
5.00	7.40	4.00	16.60	55.20	1.50	1265.00	8433.30	2.521	2.334
5.00	7.40	4.00	16.60	55.20	2.00	1203.00	6015.00	2.521	2.334
5.50	6.30	4.40	16.50	61.70	2.80	1205.00	4303.60	2.506	2.347
5.50	6.30	4.40	16.50	62.00	3.00	1182.00	3940.00	2.506	2.349
5.50	6.20	4.40	16.40	62.30	2.80	1209.00	4317.90	2.506	2.351
6.00	4.80	4.90	16.20	70.60	3.30	1166.00	3533.30	2.487	2.369
6.00	4.80	4.90	16.30	70.30	3.00	1179.00	3930.00	2.487	2.367
6.00	4.60	4.90	16.10	71.20	3.00	1183.00	3943.30	2.487	2.372
6.50	3.50	5.50	16.20	78.60	3.80	1098.00	2889.50	2.467	2.381
6.50	3.30	5.50	16.10	79.30	3.80	1076.00	2831.60	2.467	2.385
6.50	3.40	5.50	16.10	79.20	3.60	1113.00	3091.70	2.467	2.384
7.00	2.80	6.00	16.70	83.10	3.80	986.00	2594.70	2.450	2.381
7.00	3.20	6.00	17.00	81.30	4.10	846.00	2063.40	2.450	2.372
7.00	3.00	6.00	16.90	82.10	4.30	803.00	1867.40	2.450	2.376

A partir de los resultados de la Tabla 16, se presenta en la Tabla 17 el resumen de cada una de las propiedades consignadas para cada porcentaje de cemento asfáltico, a fin de determinar el contenido óptimo de cemento asfáltico sin aditivos.

Tabla 17

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC sin aditivo

Propiedades	Cemento asfáltico (%)				
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
Volumen de vacíos con aire (%)	7.47	6.27	4.73	3.40	3.00
Volumen de asfalto efectivo (%)	4.00	4.40	4.90	5.50	6.00
Vacíos de agregado mineral (%)	16.63	16.47	16.20	16.13	16.87
Vacíos llenos de asfalto (%)	55.03	62.00	70.70	79.03	82.17
Resistencia a la deformación (mm)	1.77	2.87	3.10	3.73	4.07
Estabilidad corregida (kg)	1249.33	1198.67	1176.00	1095.67	878.33
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	7186.47	4187.17	3802.20	2937.60	2175.17
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.521	2.506	2.487	2.467	2.450
Gravedad específica (g/cm ³)	2.333	2.349	2.369	2.383	2.376

Para apreciar de una mejor manera estos resultados, los valores fueron representados gráficamente tal como se muestra en los gráficos entre la Figura 10 y la Figura 18 para los volúmenes de la MAC y parámetros Marshall.

Figura 10

Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC sin aditivo

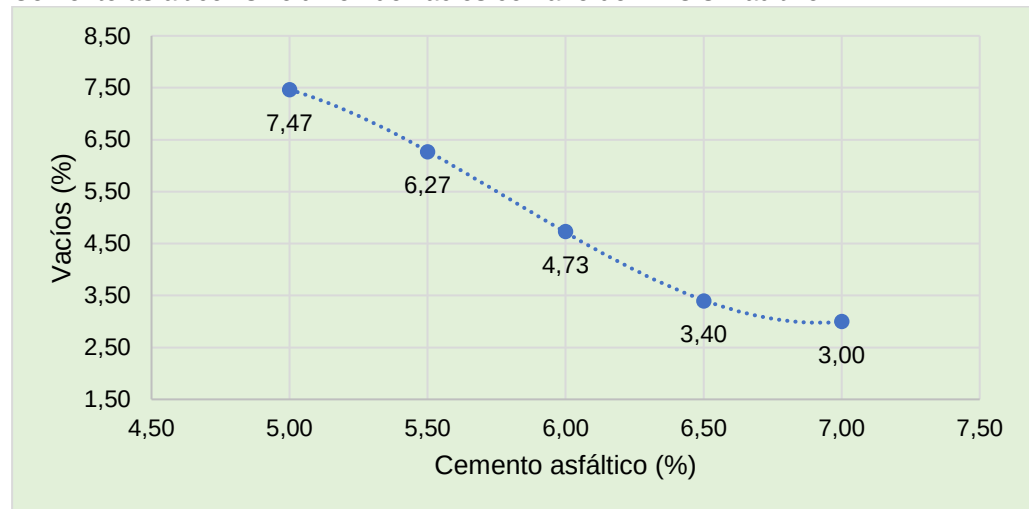


Figura 11

Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC sin aditivo

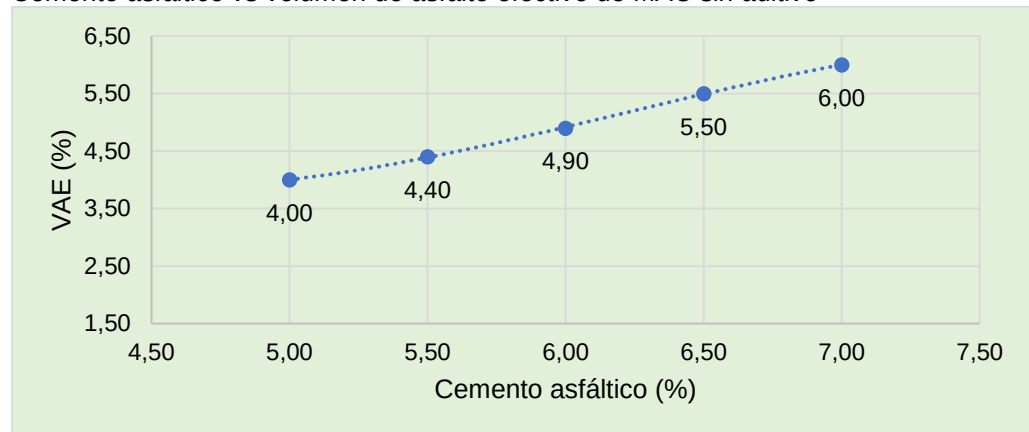


Figura 12

Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC sin aditivo

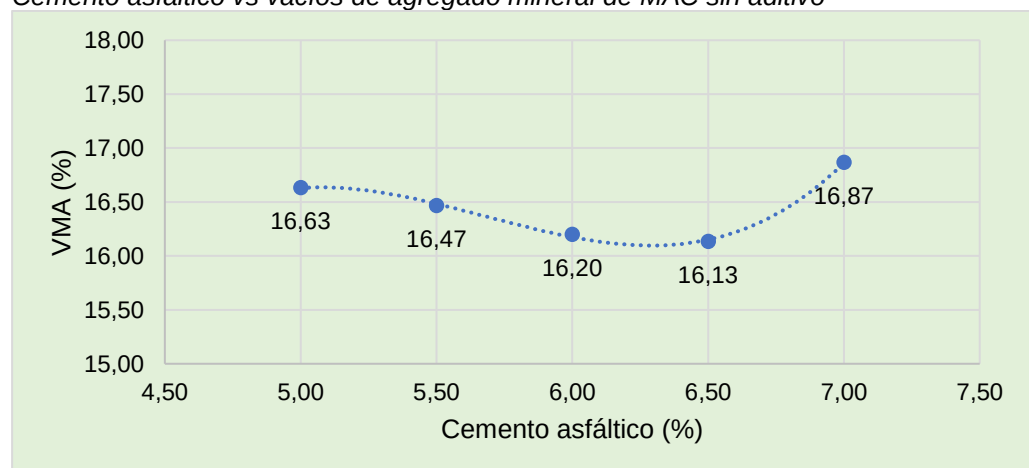


Figura 13

Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC sin aditivo

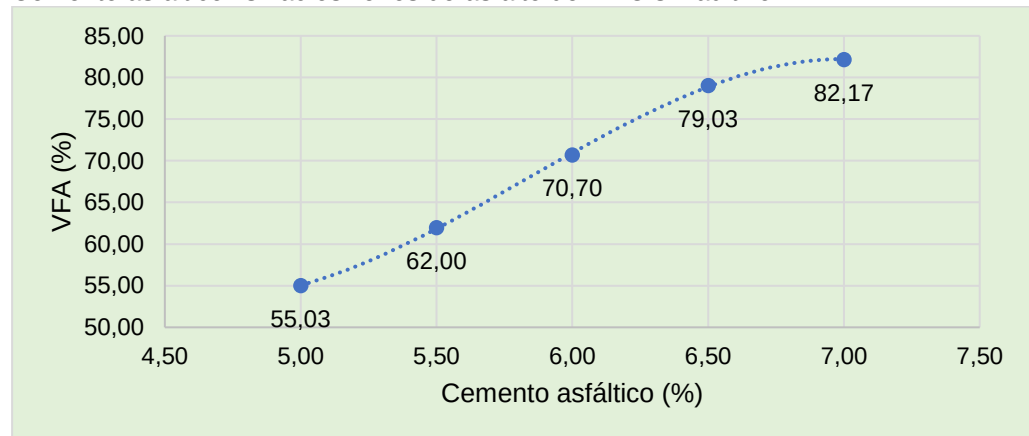


Figura 14

Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC sin aditivo

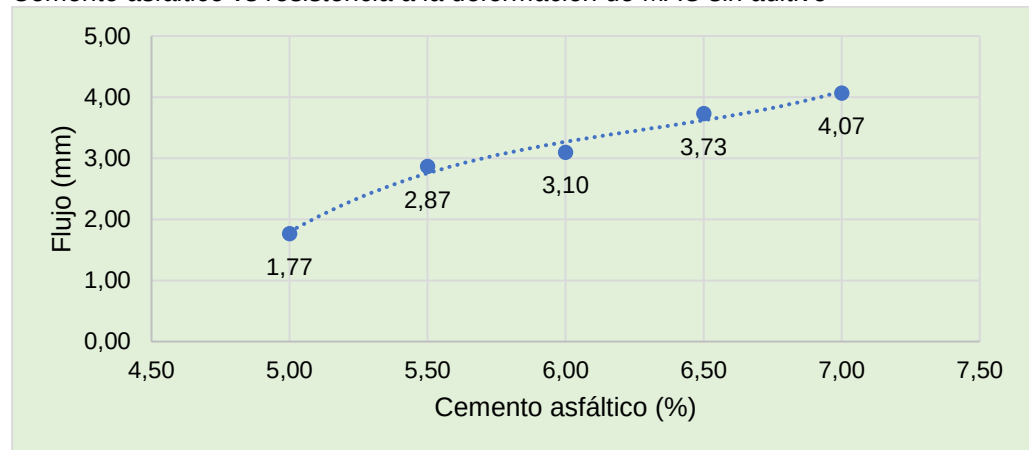


Figura 15

Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC sin aditivo

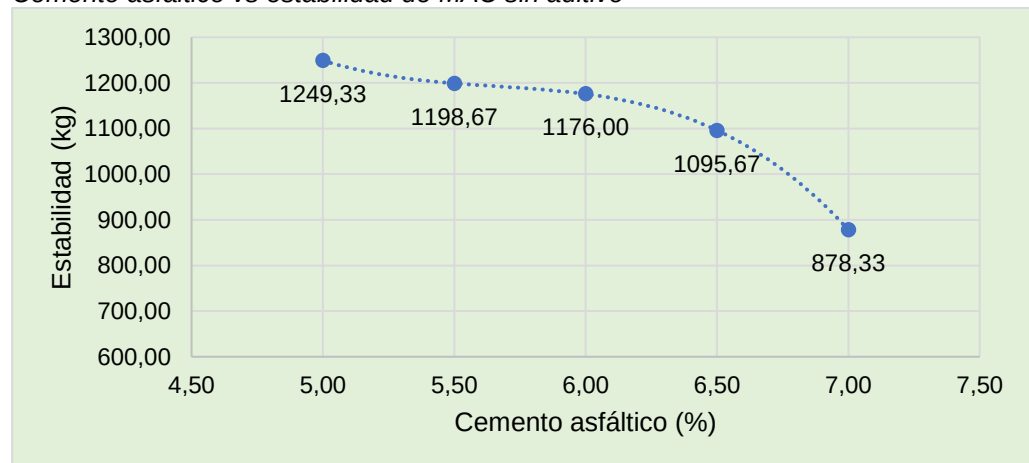


Figura 16

Cemento asfáltico vs relación de estabilidad/flujo de MAC sin aditivo

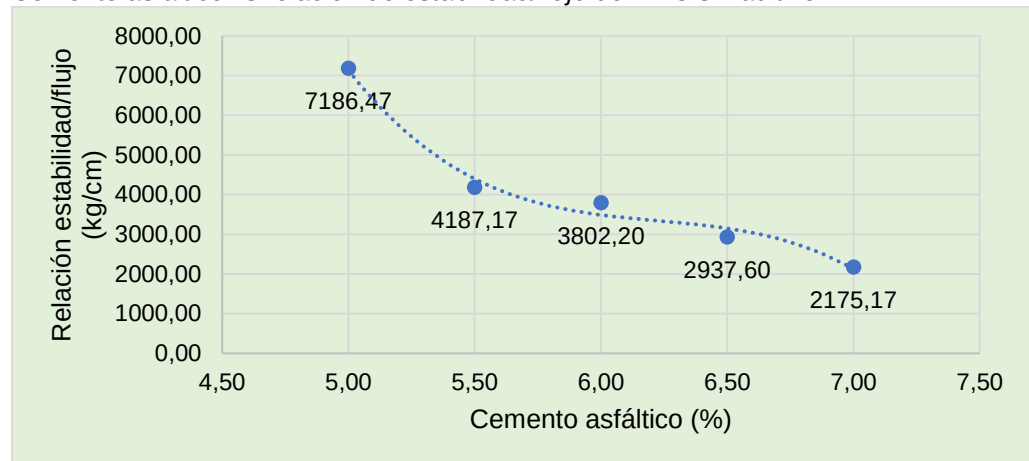


Figura 17

Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC sin aditivo

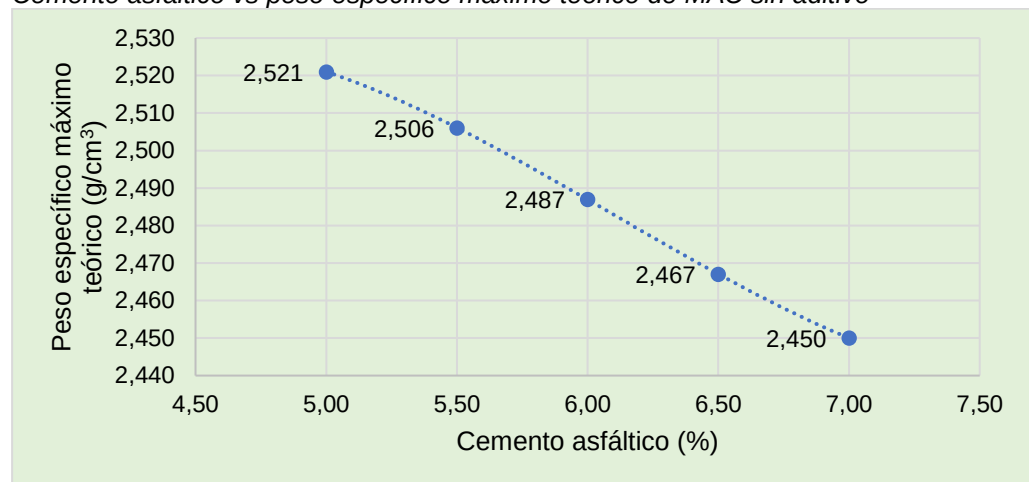
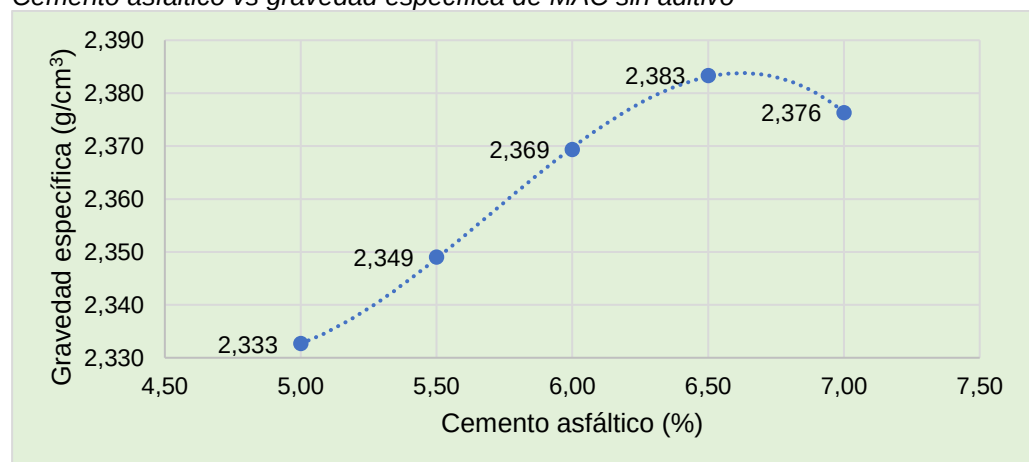


Figura 18

Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC sin aditivo



Considerando todos estos resultados, fue determinado que las mezclas asfálticas sin aditivos tendrán un óptimo contenido de cemento asfáltico de 6.2 %. Posteriormente, fueron elaboradas nuevos

especímenes de la MAC para ser evaluados nuevamente con este óptimo contenido de cemento asfáltico, en la Tabla 18, se presentan los resultados de estos ensayos.

Tabla 18

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC sin aditivo con CA óptimo

Cemento asfáltico (%)	6.20			Promedio
	P1	P2	P3	
Volumen de vacíos con aire (%)	3.80	3.90	3.90	3.87
Volumen de asfalto efectivo (%)	5.20	5.20	5.20	5.20
Vacíos de agregado mineral (%)	15.90	16.00	16.10	16.00
Vacíos llenos de asfalto (%)	76.20	75.50	75.40	75.70
Resistencia a la deformación (mm)	3.60	3.60	3.80	3.67
Estabilidad corregida (kg)	1102.00	1092.00	1065.00	1086.33
Relación de estabilidad/ flujo (kg/cm)	3061.10	3033.30	2802.60	2965.67
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.476	2.476	2.476	2.476
Gravedad específica (g/cm ³)	2.382	2.379	2.378	2.380
Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	96.00	96.00		96.00
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	96.00	96.00		96.00

4.1.5. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON 0.2 % DE ADITIVO

En la misma línea, fueron realizados ensayos de laboratorio para mezclas asfálticas con un contenido de 0.2 % de aditivo “Quimibond Advance” respecto al peso del cemento asfáltico. Estas mezclas fueron elaboradas con el mismo cemento asfáltico de PEN 60/70, con proporciones de cemento asfáltico de 5.0, 5.5, 6.0 y 6.5 %. En la tabla adjunta a continuación se presentan los resultados de estos ensayos.

Tabla 19

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.2 % de aditivo

Cemento asfáltico (%)	Volumen de vacíos con aire (%)	Volumen de asfalto efectivo (%)	Vacíos de agregado mineral (%)	Vacíos llenos de asfalto (%)	Resistencia a la deformación (mm)	Estabilidad corregida (kg)	Relación de estabilidad/ flujo (kg/cm)	Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	Gravedad específica (g/cm ³)
5.00	6.70	4.20	16.20	58.70	2.30	1293.00	5621.70	2.512	2.344
5.00	6.60	4.20	16.10	59.10	2.30	1301.00	5656.50	2.512	2.346
5.00	6.50	4.20	16.10	59.40	2.00	1329.00	6645.00	2.512	2.348
5.50	5.60	4.70	16.30	65.70	2.50	1205.00	4820.00	2.493	2.506
5.50	5.30	4.70	16.10	66.70	3.00	1152.00	3840.00	2.493	2.506
5.50	5.40	4.70	16.10	66.40	2.80	1109.00	3960.70	2.493	2.506
6.00	4.10	5.10	16.00	74.40	3.30	1029.00	3118.20	2.476	2.375
6.00	4.10	5.10	16.00	74.60	3.00	1126.00	3753.30	2.476	2.376
6.00	3.80	5.10	15.80	75.80	2.80	1169.00	4175.00	2.476	2.382
6.50	3.90	5.70	17.10	77.20	4.10	908.00	2215.60	2.452	2.356
6.50	3.70	5.70	16.90	78.00	3.60	1057.00	2934.70	2.452	2.361
6.50	3.80	5.70	17.00	77.60	3.80	925.00	2433.90	2.452	2.359

Considerando los resultados expuestos en la Tabla 19, fue realizada la Tabla 20, donde se presenta un resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre la mezcla de MAC con 0.2 % de aditivo.

Tabla 20

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.2 % de aditivo

Propiedades	Cemento asfáltico (%)			
	5.00	5.50	6.00	6.50
Volumen de vacíos con aire (%)	6.60	5.43	4.00	3.80
Volumen de asfalto efectivo (%)	4.20	4.70	5.10	5.70
Vacíos de agregado mineral (%)	16.13	16.17	15.93	17.00
Vacíos llenos de asfalto (%)	59.07	66.27	74.93	77.60
Resistencia a la deformación (mm)	2.20	2.77	3.03	3.83
Estabilidad corregida (kg)	1307.67	1155.33	1108.00	963.33
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	5974.40	4206.90	3682.17	2528.07
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.512	2.493	2.476	2.452
Gravedad específica (g/cm ³)	2.346	2.506	2.378	2.359

Con estos resultados, fue posible la elaboración de los gráficos que comparan el contenido de cemento asfáltico y los valores obtenidos para cada propiedad considerada a fin de poder obtener el porcentaje óptimo de cemento asfáltico que puede trabajar de la mejor manera en conjunto con la cantidad de aditivo considerada tal como se muestra a continuación en los gráficos de la Figura 19 a la Figura 22 para los volúmenes, de la

Figura **23** con el flujo, la Figura 24 con la estabilidad, la

Figura 25 con la relación estabilidad/flujo, la

Figura **26** presentando los valores del peso RICE y la Figura 27 con la gravedad específica de las MAC.

Figura 19

Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC + 0.2 % de aditivo

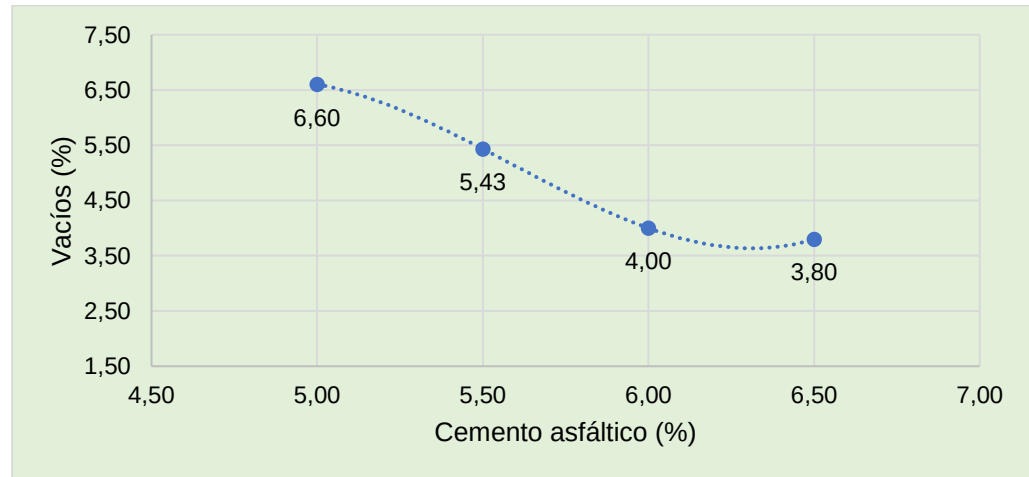


Figura 20

Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC + 0.2 % de aditivo

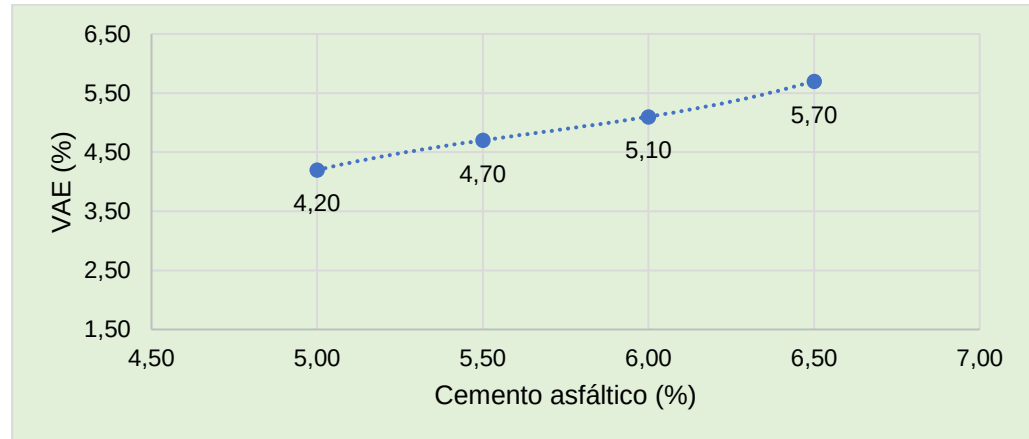


Figura 21

Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC + 0.2 % de aditivo

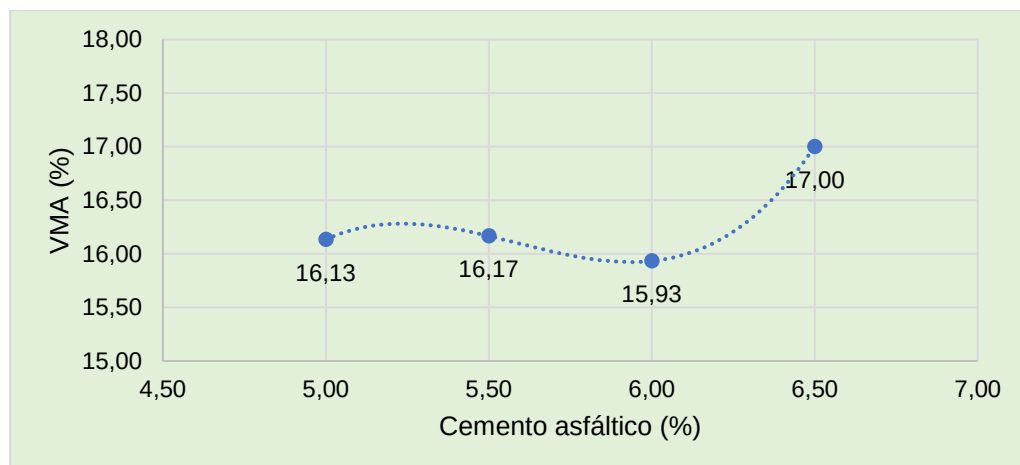


Figura 22

Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC + 0.2 % de aditivo

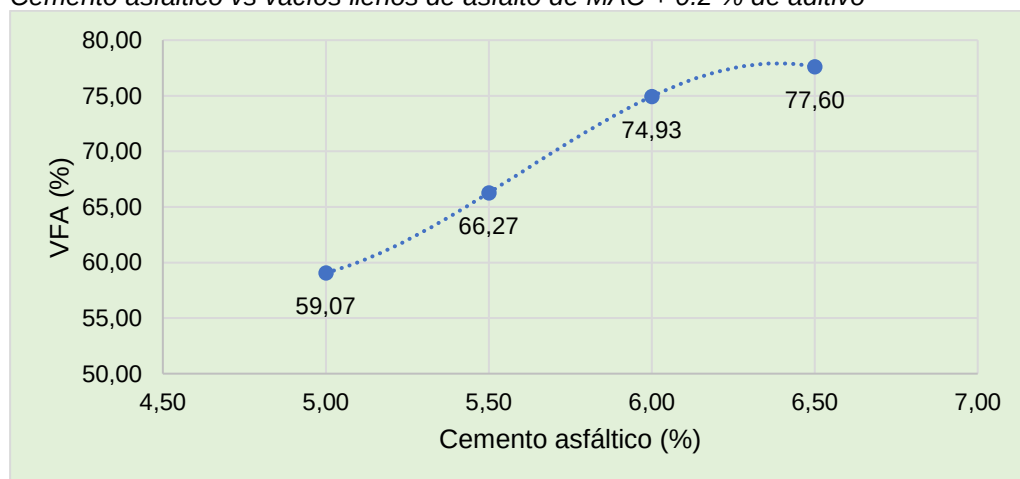


Figura 23

Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC + 0.2 % de aditivo

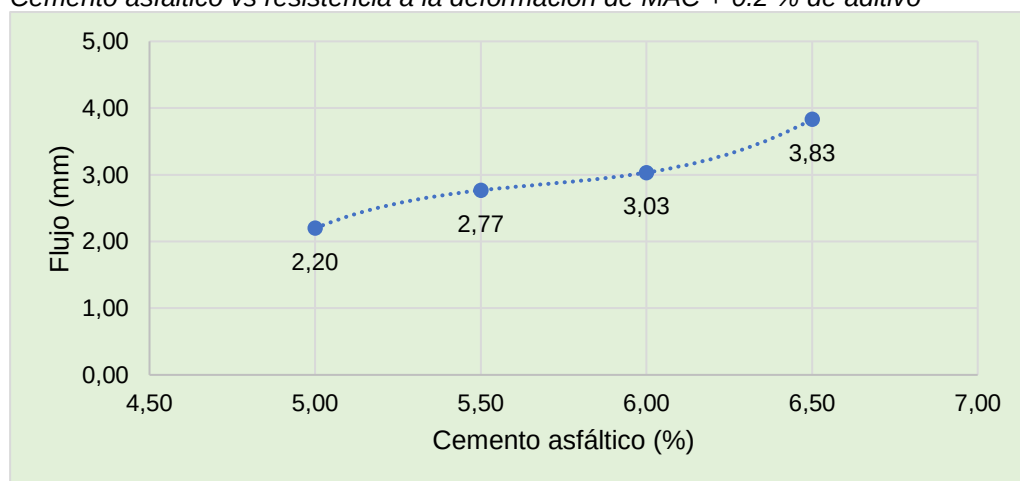


Figura 24

Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC + 0.2 % de aditivo

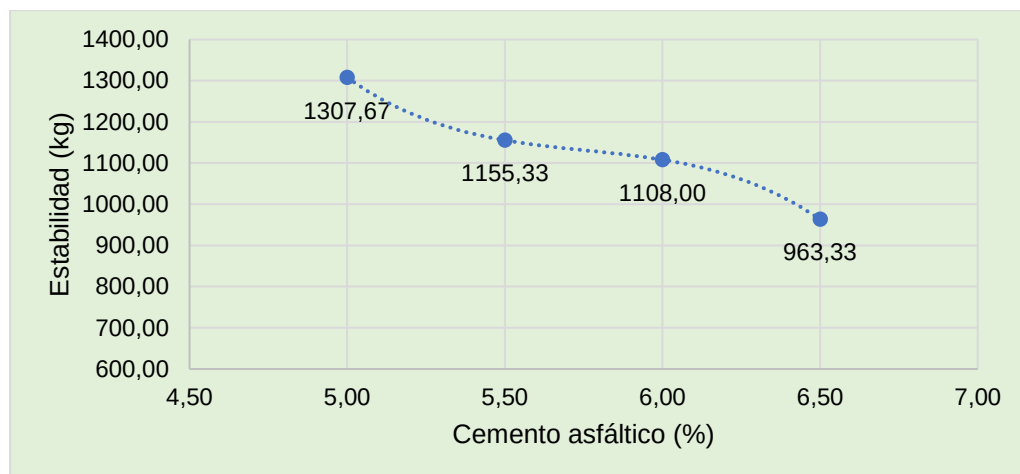


Figura 25

Cemento asfáltico vs relación estabilidad/flujo de MAC + 0.2 % de aditivo

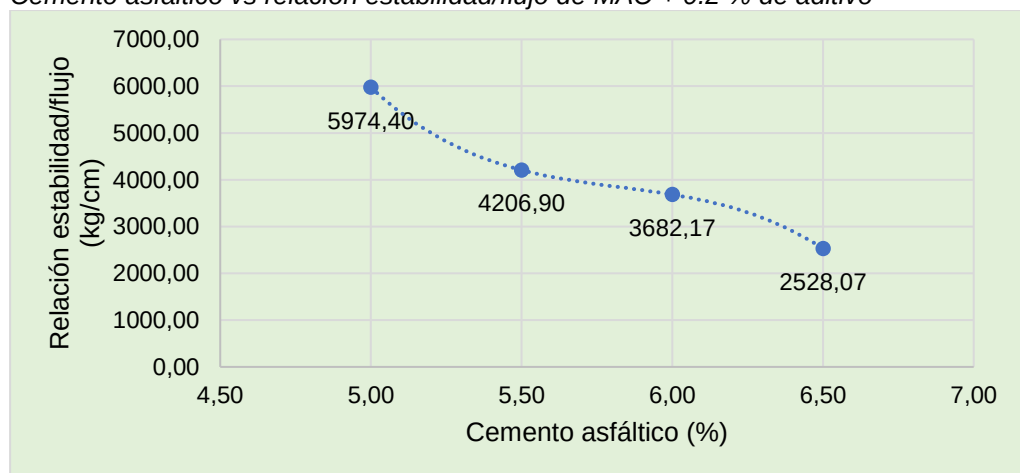


Figura 26

Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC + 0.2 % de aditivo

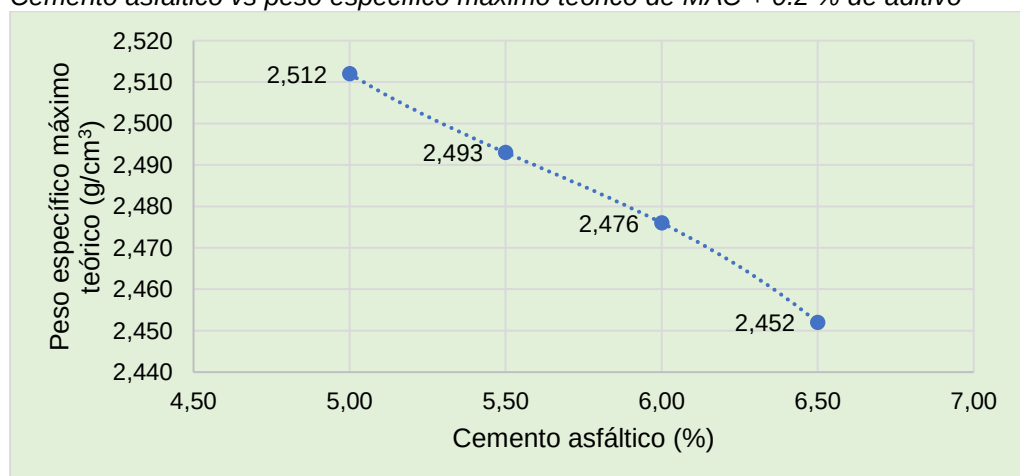
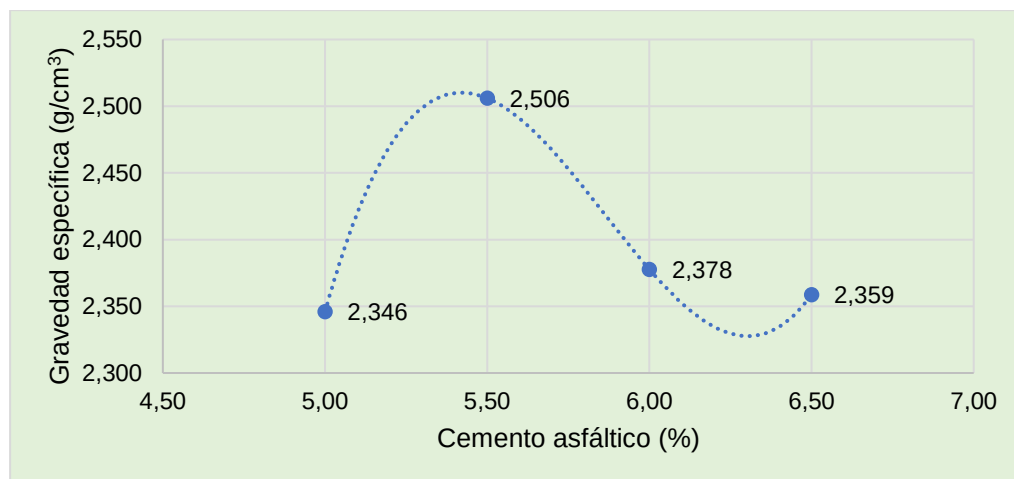


Figura 27

Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC + 0.2 % de aditivo



Finalmente, tomando en cuenta los resultados plasmados en los gráficos fue hallado el porcentaje óptimo de cemento asfáltico, siendo de 5.9 %, a través del cual fueron realizados nuevos especímenes y ensayos en laboratorio, en ese sentido, en la Tabla 21 se presentan los valores obtenidos para cada una de las propiedades consideradas para estimar la calidad de las mezclas asfálticas.

Tabla 21

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.2 % de aditivo con CA óptimo

Cemento asfáltico (%)	5.90			Promedio
	P1	P2	P3	
Volumen de vacíos con aire (%)	4.30	4.20	4.20	4.23
Volumen de asfalto efectivo (%)	5.10	5.10	5.10	5.10
Vacíos de agregado mineral (%)	16.00	16.00	16.00	16.00
Vacíos llenos de asfalto (%)	73.40	73.80	73.60	73.60
Resistencia a la deformación (mm)	2.80	3.00	3.30	3.03
Estabilidad corregida (kg)	1110.00	1086.00	1009.00	1068.33
Relación de estabilidad/ flujo (kg/cm)	3964.30	3620.70	3057.60	3547.53
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm³)	2.476	2.476	2.476	2.476
Gravedad específica (g/cm³)	2.371	2.373	2.372	2.372
Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	96.00	96.00		96.00
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	96.00	96.00		96.00

4.1.6. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON 0.3 % DE ADITIVO

Continuando con los resultados de los ensayos realizados a nivel de laboratorio, en la Tabla 22, se adjuntan los valores obtenidos para las principales propiedades de la mezcla asfáltica elaborada con un 0.3 % del aditivo “Quimibond Advance” respecto al peso del asfalto, el cual fue de igual forma un PEN 60/70 con porcentajes que van del 5.0 % al 6.5 % en intervalos de 0.5 %.

Tabla 22

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.3 % de aditivo

Cemento asfáltico (%)	Volumen de vacíos con aire (%)	Volumen de asfalto efectivo (%)	Vacíos de agregado mineral (%)	Vacíos llenos de asfalto (%)	Resistencia a la deformación (mm)	Estabilidad corregida (kg)	Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	Gravedad específica (g/cm ³)
5.00	5.30	4.50	15.70	66.20	2.30	1280.00	5565.20	2.490	2.358
5.00	5.40	4.50	15.70	65.90	2.50	1226.00	4904.00	2.490	2.357
5.00	5.20	4.50	15.60	66.60	2.50	1239.00	4956.00	2.490	2.361
5.50	4.80	4.80	15.80	69.80	3.30	1205.00	3651.50	2.486	2.366
5.50	4.70	4.80	15.70	70.40	3.00	1196.00	3986.70	2.486	2.370
5.50	5.00	4.80	16.00	68.90	2.80	1126.00	4021.40	2.486	2.362
6.00	3.10	5.40	15.60	80.30	3.30	1205.00	3651.50	2.463	2.387
6.00	3.20	5.40	15.70	79.50	3.60	1189.00	3302.80	2.463	2.383
6.00	3.20	5.40	15.70	79.70	3.80	1149.00	3023.70	2.463	2.385
6.50	3.20	5.90	16.80	80.80	3.60	1026.00	2848.60	2.443	2.363
6.50	3.20	5.90	16.80	80.90	4.10	960.00	2341.50	2.443	2.364
6.50	3.40	5.90	17.00	79.90	3.80	986.00	2594.70	2.443	2.359

Siguiendo con el procedimiento, fue realizado el resumen de estos resultados tal como se presenta en la Tabla 23 presentada a continuación.

Tabla 23

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.3 % de aditivo

Propiedades	Cemento asfáltico (%)			
	5.00	5.50	6.00	6.50
Volumen de vacíos con aire (%)	5.30	4.83	3.17	3.27
Volumen de asfalto efectivo (%)	4.50	4.80	5.40	5.90
Vacíos de agregado mineral (%)	15.67	15.83	15.67	16.87
Vacíos llenos de asfalto (%)	66.23	69.70	79.83	80.53
Resistencia a la deformación (mm)	2.43	3.03	3.57	3.83
Estabilidad corregida (kg)	1248.33	1175.67	1181.00	990.67
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	5141.73	3886.53	3326.00	2594.93
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.490	2.486	2.463	2.443
Gravedad específica (g/cm ³)	2.359	2.366	2.385	2.362

Considerando estos valores, se adjuntan las comparaciones de los resultados de acuerdo a la cantidad de cemento asfáltico empleado en los gráficos de la Figura 28 con el volumen de aire, la Figura 29 con el volumen de asfalto efectivo, la Figura 30 conteniendo a los vacíos del agregado mineral, en la

Figura 31 a los vacíos llenos de asfalto, la

Figura **32** tiene la comparación del flujo, la Figura 33 exhibe la estabilidad,

Figura 34 la relación Marshall, la

Figura 35 el peso máximo y en la Figura 36 la gravedad específica.

Figura 28

Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC + 0.3 % de aditivo

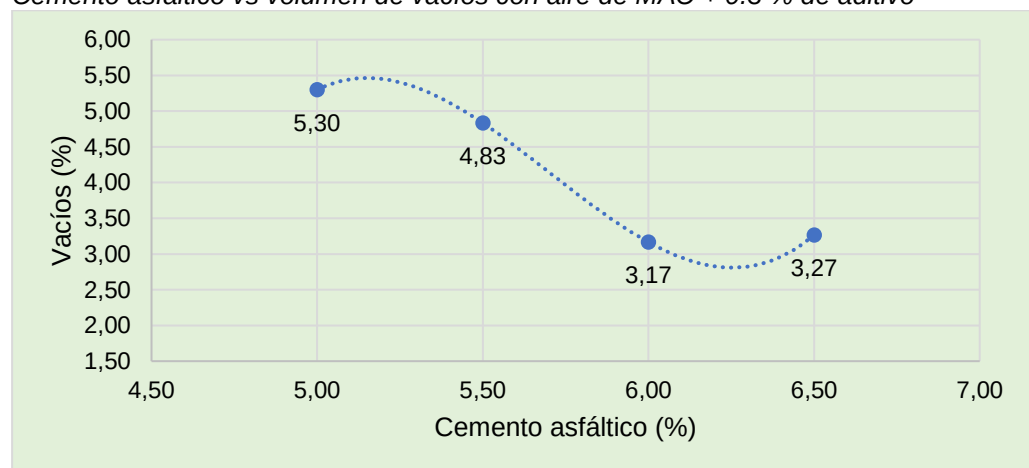


Figura 29

Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC + 0.3 % de aditivo

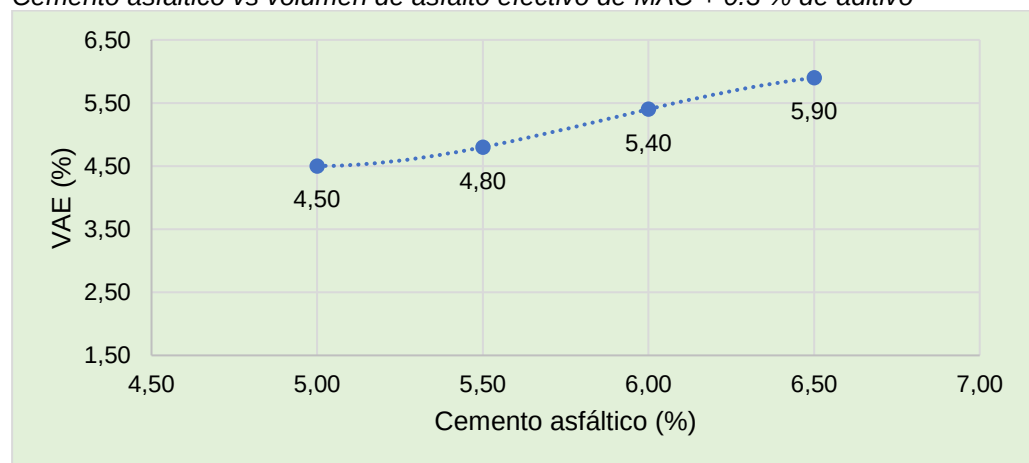


Figura 30

Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC + 0.3 % de aditivo

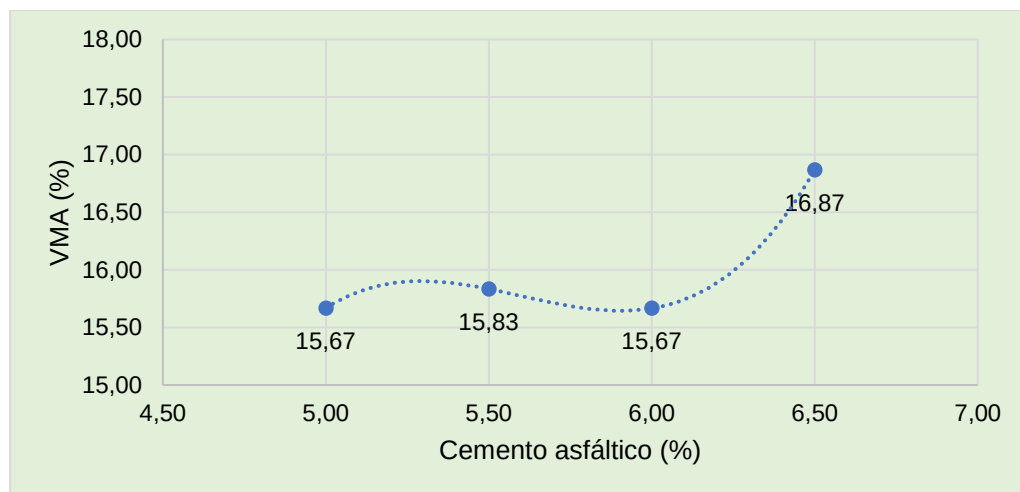


Figura 31

Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC + 0.3 % de aditivo

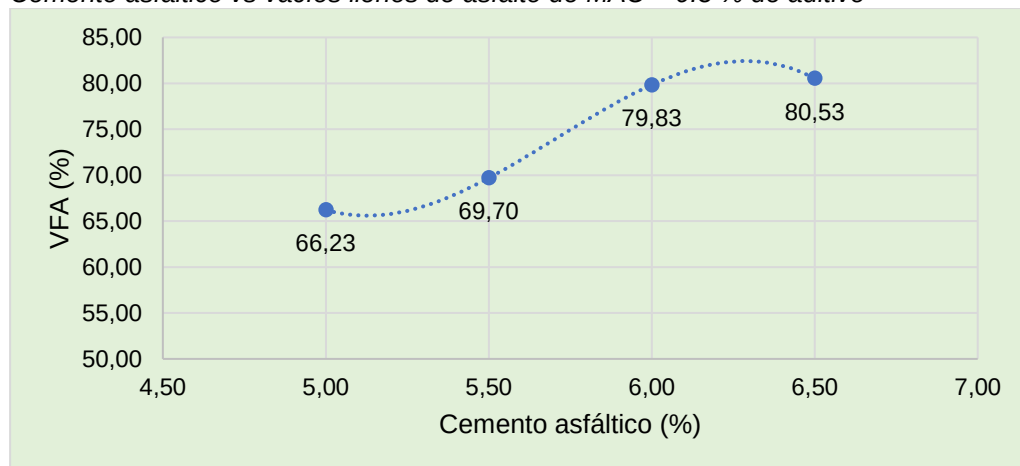


Figura 32

Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC + 0.3 % de aditivo

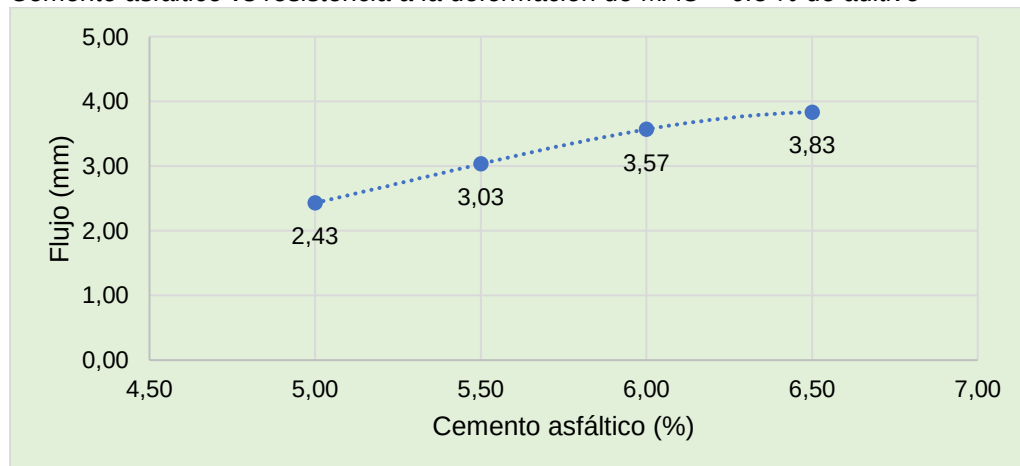


Figura 33

Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC + 0.3 % de aditivo

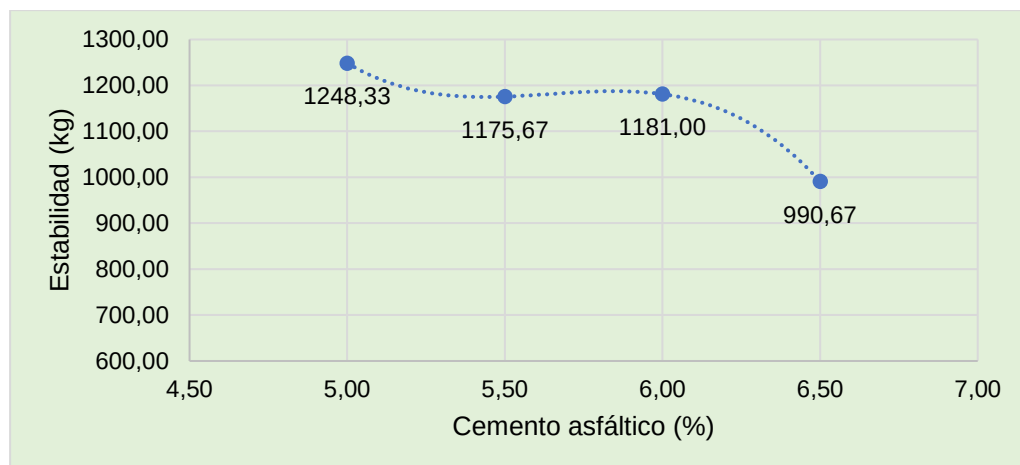


Figura 34

Cemento asfáltico vs relación estabilidad/flujo de MAC + 0.3 % de aditivo

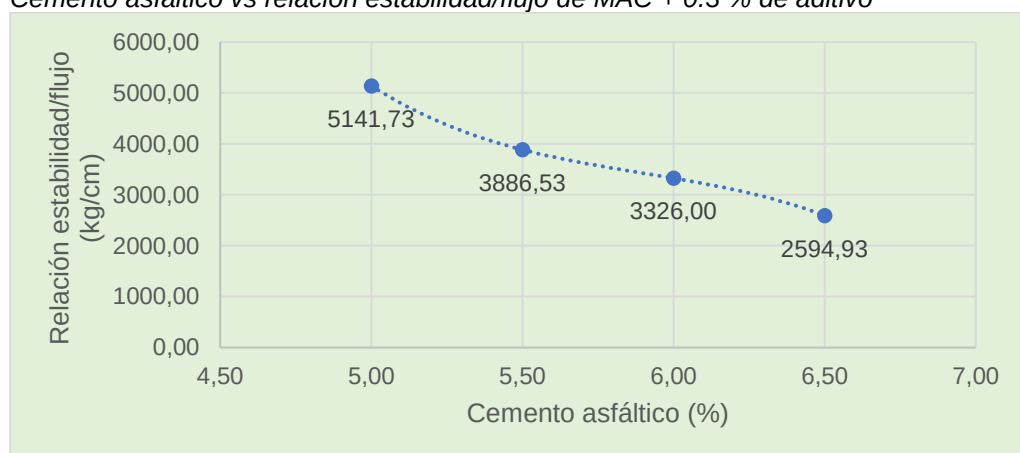


Figura 35

Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC + 0.3 % de aditivo

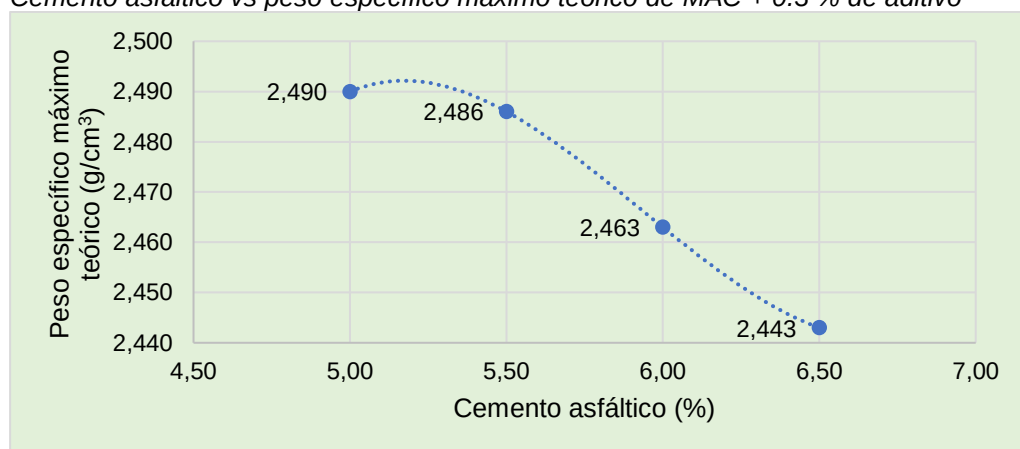
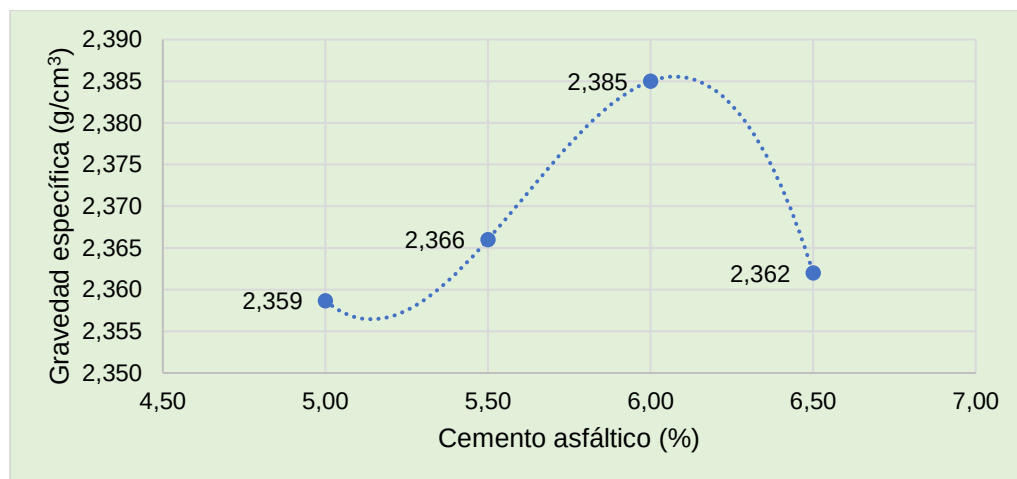


Figura 36

Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC + 0.3 % de aditivo



De este modo, el resultado del óptimo contenido de cemento asfáltico resultó en un 5.8 %, por ello se realizaron nuevas mezclas asfálticas con esta cantidad de cemento asfáltico, las cuales fueron ensayadas en laboratorio. Los resultados de estos ensayos son expuestos en la Tabla 24.

Tabla 24

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.3 % de aditivo con CA óptimo

Cemento asfáltico (%)	5.80			Promedio
	P1	P2	P3	
Volumen de vacíos con aire (%)	3.40	3.90	3.50	3.60
Volumen de asfalto efectivo (%)	5.10	5.10	5.10	5.10
Vacíos de agregado mineral (%)	15.30	15.80	15.50	15.53
Vacíos llenos de asfalto (%)	78.10	75.20	77.40	76.90
Resistencia a la deformación (mm)	3.30	3.60	2.80	3.23
Estabilidad corregida (kg)	1230.00	1186.00	1215.00	1210.33
Relación de estabilidad/ flujo (kg/cm)	3727.30	3294.40	4339.30	3787.00
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm³)	2.472	2.472	2.472	2.472
Gravedad específica (g/cm³)	2.388	2.375	2.385	2.383
Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	98.00	98.00		98.00
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	98.00	98.00		98.00

4.1.7. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON 0.4 % DE ADITIVO

También fueron evaluados las mezclas asfálticas con un 0.4 % del aditivo “Quimibond Advance” respecto al peso del ligante, los resultados de los ensayos de laboratorio se presentan en la Tabla 25, donde también se encuentran indicadas las variaciones del porcentaje de asfalto considerado.

Tabla 25

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.4 % de aditivo

Cemento asfáltico (%)	Volumen de vacíos con aire (%)	Volumen de asfalto efectivo (%)	Vacíos de agregado mineral (%)	Vacíos llenos de asfalto (%)	Resistencia a la deformación (mm)	Estabilidad corregida (kg)	Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	Gravedad específica (g/cm ³)
5.00	5.10	4.60	15.80	67.60	2.30	1280.00	5565.20	2.483	2.356
5.00	5.00	4.60	15.60	68.20	3.00	1176.00	3920.00	2.483	2.360
5.00	5.30	4.60	15.90	66.80	2.80	1200.00	4285.70	2.483	2.352
5.50	3.70	5.00	15.40	75.80	3.00	1156.00	3853.30	2.472	2.380
5.50	3.70	5.00	15.40	75.80	3.00	1176.00	3920.00	2.472	2.380
5.50	3.70	5.00	15.30	75.90	3.30	1085.00	3287.90	2.472	2.381
6.00	2.50	5.40	15.30	83.50	3.60	1026.00	2848.60	2.457	2.395
6.00	2.40	5.40	15.20	84.20	3.60	1098.00	3050.00	2.457	2.398
6.00	2.50	5.40	15.20	83.80	3.30	1121.00	3397.00	2.457	2.396
6.50	2.10	6.10	16.30	86.90	3.80	1026.00	2698.70	2.431	2.379
6.50	2.20	6.10	16.40	86.30	3.80	1015.00	2671.10	2.431	2.376
6.50	2.50	6.10	16.60	84.90	4.10	986.00	2404.90	2.431	2.370

En base a los resultados de la Tabla 26, fue realizado el resumen para cada uno de los parámetros evaluados, los cuales son mostrados en la tabla adjunta a continuación:

Tabla 26

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.4 % de aditivo

Propiedades	Cemento asfáltico (%)			
	5.00	5.50	6.00	6.50
Volumen de vacíos con aire (%)	5.13	3.70	2.47	2.27
Volumen de asfalto efectivo (%)	4.60	5.00	5.40	6.10
Vacíos de agregado mineral (%)	15.77	15.37	15.23	16.43
Vacíos llenos de asfalto (%)	67.53	75.83	83.83	86.03
Resistencia a la deformación (mm)	2.70	3.10	3.50	3.90
Estabilidad corregida (kg)	1218.67	1139.00	1081.67	1009.00
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	4590.30	3687.07	3098.53	2591.57
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.483	2.472	2.457	2.431
Gravedad específica (g/cm ³)	2.356	2.380	2.396	2.375

La representación gráfica de estos resultados se encuentra expuesta en la Figura 37 para el contenido de vacíos, en la Figura 38 para el asfalto efectivo, en la Figura 39 para los vacíos del agregado mineral, en Figura 40 para los vacíos con asfalto, la

Figura 41 con el flujo, la Figura 42 para la estabilidad, la Figura 43 tiene la relación estabilidad/flujo, en la

Figura 44 está expuesto el peso RICE y, por último, en la Figura 45 la gravedad específica.

Figura 37

Cemento asfáltico vs volumen de vacíos con aire de MAC + 0.4 % de aditivo

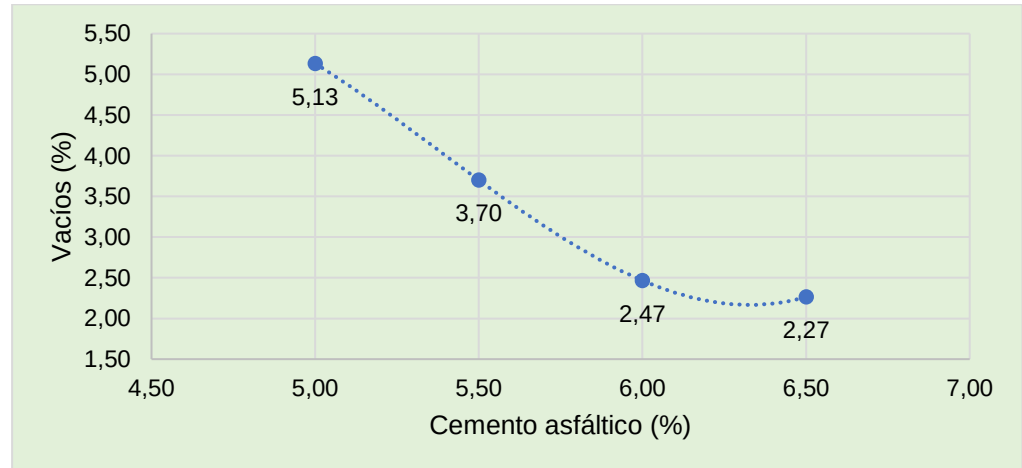


Figura 38

Cemento asfáltico vs volumen de asfalto efectivo de MAC + 0.4 % de aditivo

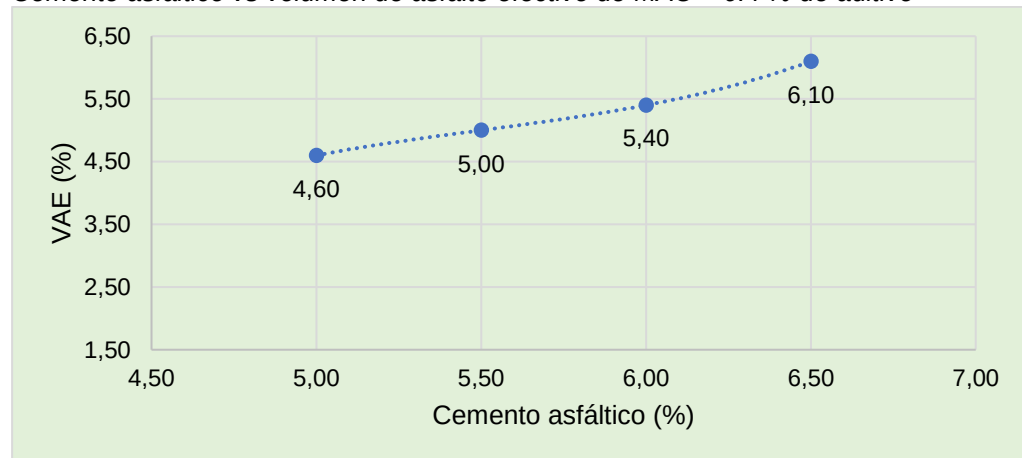


Figura 39

Cemento asfáltico vs vacíos de agregado mineral de MAC + 0.4 % de aditivo

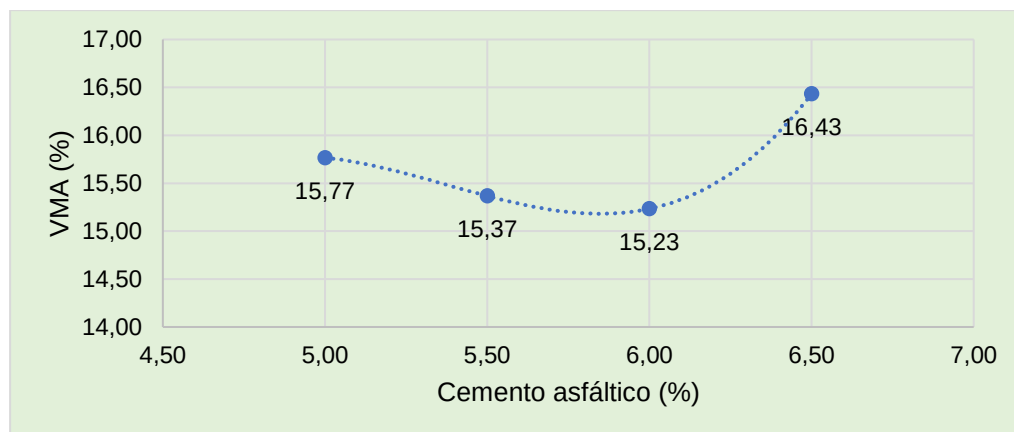


Figura 40

Cemento asfáltico vs vacíos llenos de asfalto de MAC + 0.4 % de aditivo

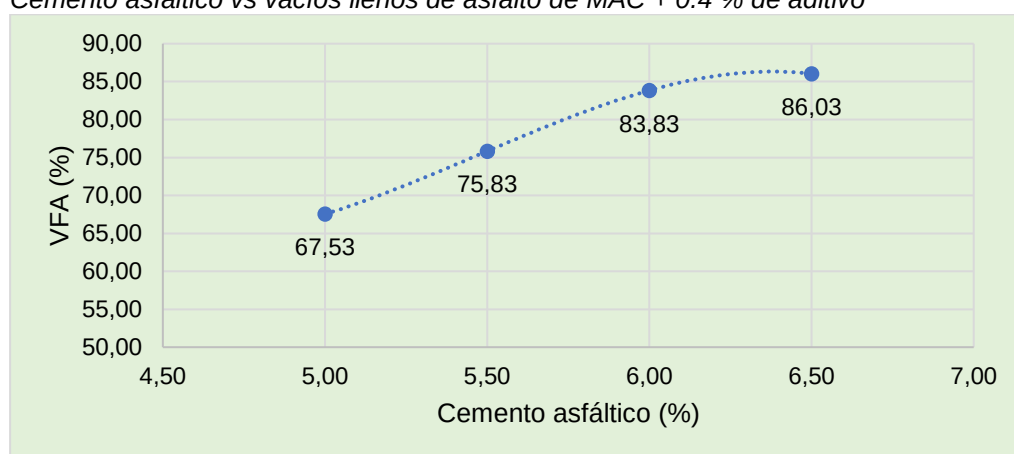


Figura 41

Cemento asfáltico vs resistencia a la deformación de MAC + 0.4 % de aditivo

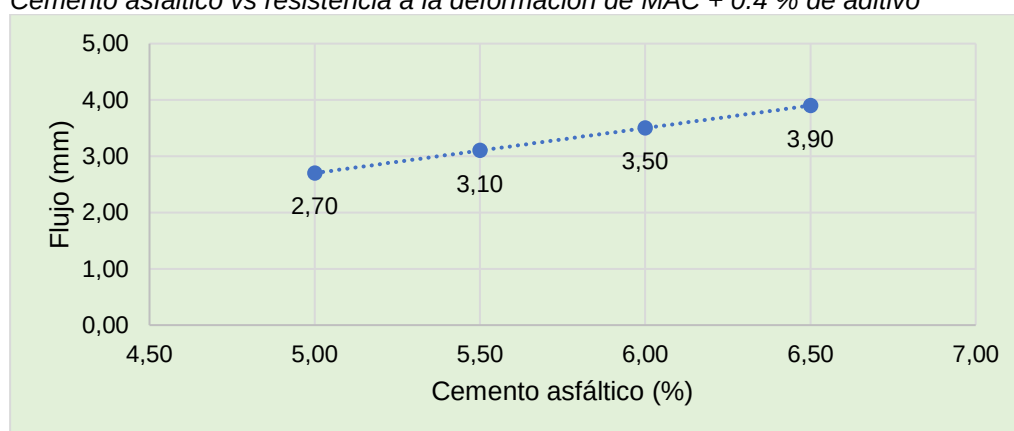


Figura 42

Cemento asfáltico vs estabilidad de MAC + 0.4 % de aditivo

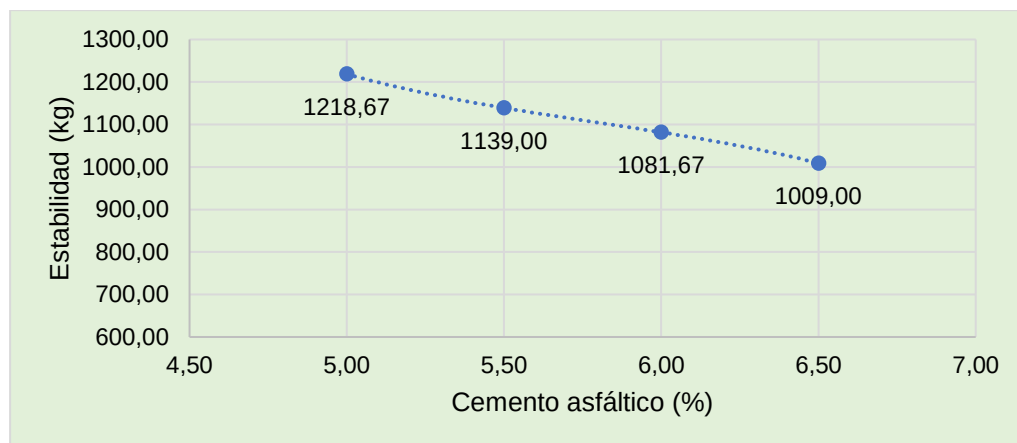


Figura 43

Cemento asfáltico vs relación estabilidad/flujo de MAC + 0.4 % de aditivo

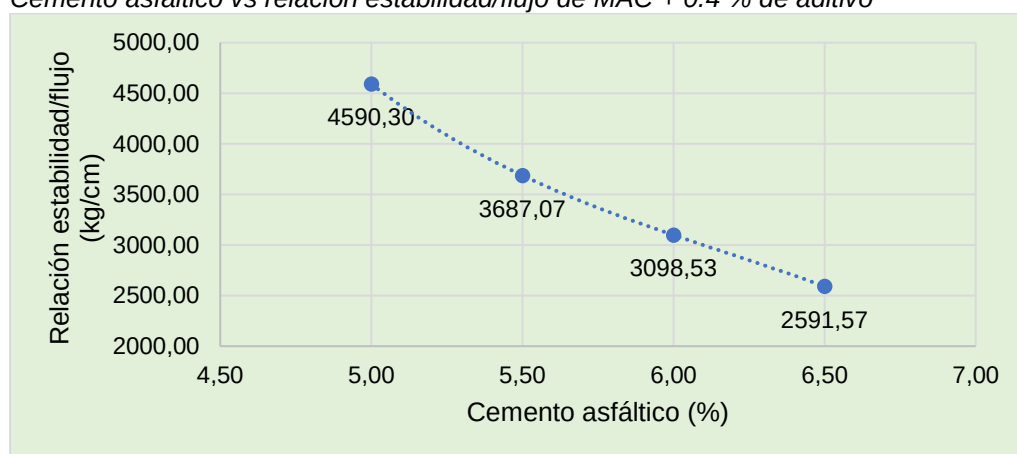


Figura 44

Cemento asfáltico vs peso específico máximo teórico de MAC + 0.4 % de aditivo

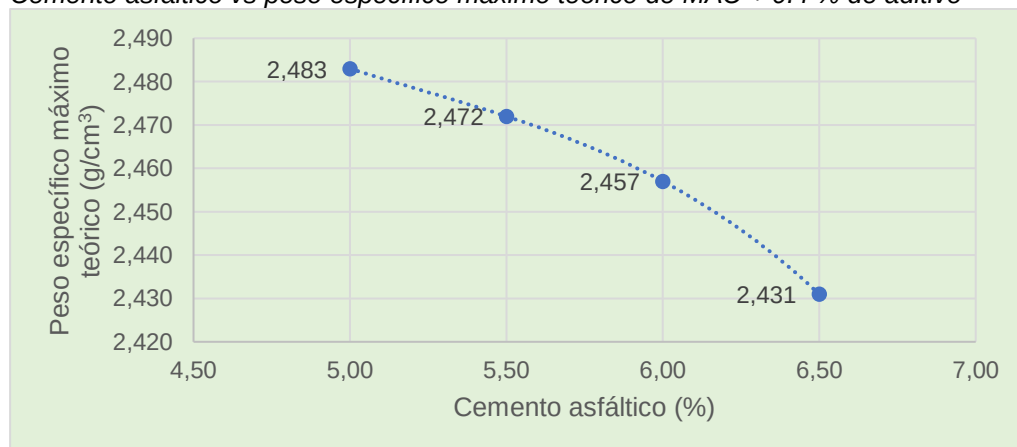
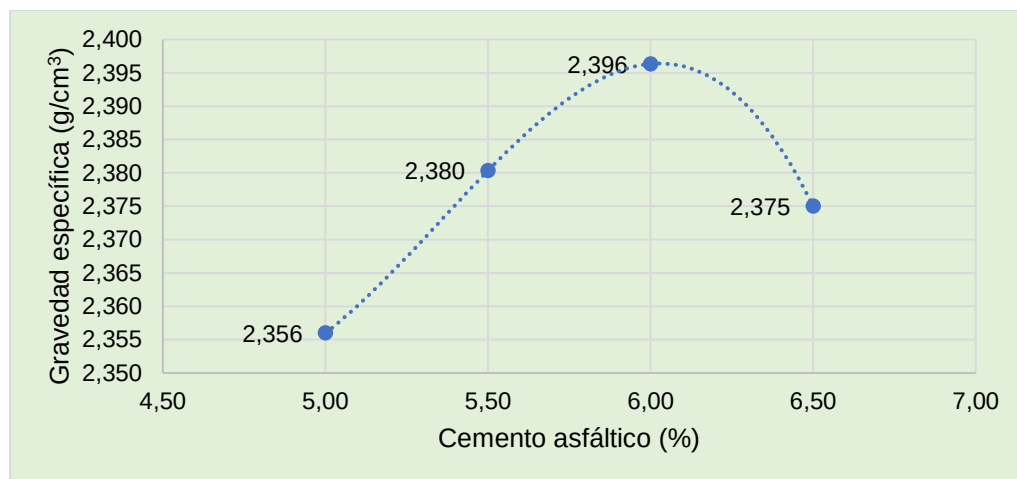


Figura 45

Cemento asfáltico vs gravedad específica de MAC + 0.4 % de aditivo



Analizando los resultados mostrados tanto en las tablas como en los gráficos, fue determinado que el contenido óptimo de asfalto al usar un 0.4 % del aditivo “Quimibond Advance” es de 5.7 %, con ello fueron realizadas mezclas con esta cantidad de cemento asfáltico para ser evaluadas a nivel de laboratorio, obteniendo finalmente los resultados mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27

Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con 0.4 % de aditivo con CA óptimo

Cemento asfáltico (%)	5.70			Promedio
	P1	P2	P3	
Volumen de vacíos con aire (%)	3.20	3.20	3.30	3.23
Volumen de asfalto efectivo (%)	5.10	5.10	5.10	5.10

Vacíos del agregado mineral (%)	15.10	15.20	15.20	15.17
Vacíos llenos de asfalto (%)	79.20	78.80	78.50	78.83
Resistencia a la deformación (mm)	3.00	3.30	2.80	3.03
Estabilidad corregida (kg)	1167.00	1156.00	1200.00	1174.33
Relación de estabilidad/ flujo (kg/cm)	3888.30	3503.60	4286.10	3892.67
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.469	2.469	2.469	2.469
Gravedad específica (g/cm ³)	2.391	2.390	2.388	2.390
Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	99.00	99.00		99.00
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	99.00	99.00		99.00

4.1.8. ÓPTIMOS CONTENIDOS DE ASFALTO

Para el procesamiento de los datos y posterior contrastación de las hipótesis, fueron recolectados los valores de los parámetros evaluados a las mezclas con el contenido óptimo de cemento asfáltico y aditivo tal como se presenta en la Tabla 28.

Tabla 28
Resultados de ensayos de laboratorio de MAC con contenidos óptimos de CA

Grupos	Contenido óptimo de cemento asfáltico (%)	Volumen de vacíos con aire (%)	Volumen de asfalto efectivo (%)	Vacíos de agregado mineral (%)	Vacíos llenos de asfalto (%)	Resistencia a la deformación (mm)	Estabilidad corregida (kg)	Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	Gravedad específica (g/cm ³)
MAC sin aditivo	6.20	3.80	5.20	15.90	76.20	3.60	1102.00	3061.10	2.476	2.382
	6.20	3.90	5.20	16.00	75.50	3.60	1092.00	3033.30	2.476	2.379
	6.20	3.90	5.20	16.10	75.40	3.80	1065.00	2802.60	2.476	2.378
MAC + 0.2 % de aditivo	5.90	4.30	5.10	16.00	73.40	2.80	1110.00	3964.30	2.476	2.371
	5.90	4.20	5.10	16.00	73.80	3.00	1086.00	3620.70	2.476	2.373
	5.90	4.20	5.10	16.00	73.60	3.30	1009.00	3057.60	2.476	2.372
MAC + 0.3 % de aditivo	5.80	3.40	5.10	15.30	78.10	3.30	1230.00	3727.30	2.472	2.388
	5.80	3.90	5.10	15.80	75.20	3.60	1186.00	3294.40	2.472	2.375
	5.80	3.50	5.10	15.50	77.40	2.80	1215.00	4339.30	2.472	2.385
MAC + 0.4 % de aditivo	5.70	3.20	5.10	15.10	79.20	3.00	1167.00	3888.30	2.469	2.391
	5.70	3.20	5.10	15.20	78.80	3.30	1156.00	3503.60	2.469	2.390
	5.70	3.30	5.10	15.20	78.50	2.80	1200.00	4286.10	2.469	2.388

En ese sentido, en la Tabla 29, se presenta un resumen de estos resultados para la comparación de los promedios obtenidos para cada propiedad.

Tabla 29

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de MAC con contenidos óptimos de CA

Propiedades	Mezcla asfáltica			
	MAC sin aditivo	MAC + 0.2 % de aditivo	MAC + 0.3 % de aditivo	MAC + 0.4 % de aditivo
Contenido óptimo de cemento asfáltico (%)	6.20	5.90	5.80	5.70
Volumen de vacíos con aire (%)	3.87	4.23	3.60	3.23
Volumen de asfalto efectivo (%)	5.20	5.10	5.10	5.10
Vacíos de agregado mineral (%)	16.00	16.00	15.53	15.17
Vacíos llenos de asfalto (%)	75.70	73.60	76.90	78.83
Resistencia a la deformación (mm)	3.67	3.03	3.23	3.03
Estabilidad corregida (kg)	1086.33	1068.33	1210.33	1174.33
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	2965.67	3547.53	3787.00	3892.67
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	2.476	2.476	2.472	2.469
Gravedad específica (g/cm ³)	2.380	2.372	2.383	2.390
Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	96.00	96.00	98.00	99.00
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	96.00	96.00	98.00	99.00

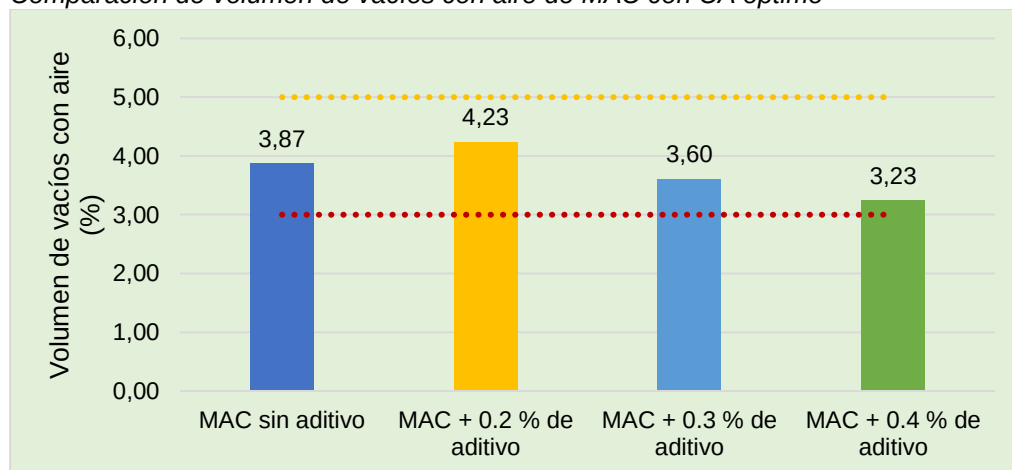
Volumen de vacíos con aire

La primera propiedad analizada fue la de volumen de vacíos con aire, en la Tabla 30 se presenta el resultado obtenido a partir de los ensayos de laboratorio, presentando así el promedio y la variación obtenida a partir de los resultados de la MAC sin aditivos (sirviendo de guía).

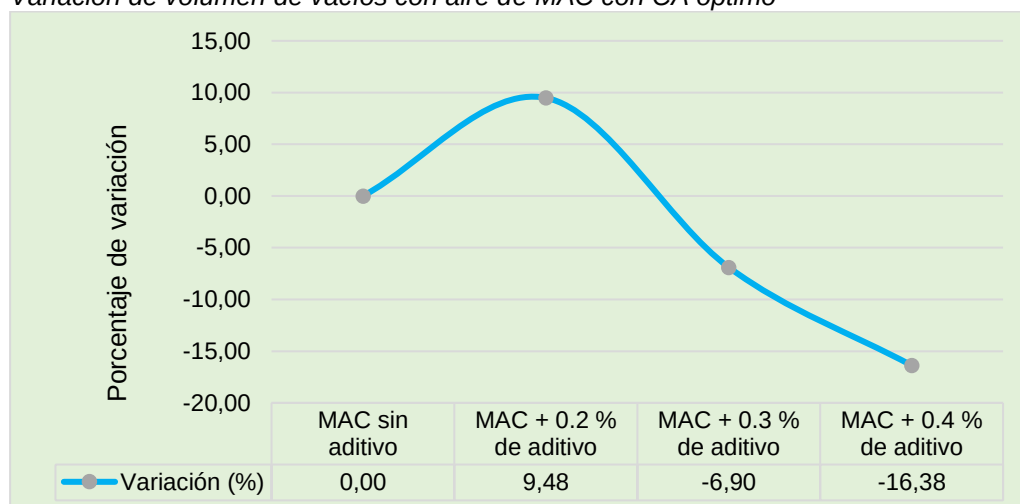
Tabla 30*Volumen de vacíos con aire de MAC con contenidos óptimos de CA*

Grupos	Volumen de vacíos con aire (%)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	3.80	3.87	0.00
	3.90		
	3.90		
MAC + 0.2 % de aditivo	4.30	4.23	9.48
	4.20		
	4.20		
MAC + 0.3 % de aditivo	3.40	3.60	-6.90
	3.90		
	3.50		
MAC + 0.4 % de aditivo	3.20	3.23	-16.38
	3.20		
	3.30		

En la Figura 46, se exponen los promedios de los vacíos con aire de cada mezcla a fin de poder compararlos, en ese sentido, se aprecia que el mayor valor lo presenta la MAC + 0.2 % de aditivo con un 4.23 %, mientras que el menor valor lo presenta la MAC con 0.4 % de aditivo con un 3.23 % de vacíos con aire, además se aprecia que todas las MAC cumplen con los límites de vacíos con aire (siendo mayores a 3.00 y menores a 5.00 %) propuestos por el MTC (2013) en el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción.

Figura 46*Comparación de volumen de vacíos con aire de MAC con CA óptimo*

Asimismo, en la Figura 47, se presenta la variación de los porcentajes de vacíos con aire en las mezclas asfálticas, donde la mayor variación le corresponden al MAC con 0.4 % de aditivo, siendo un 16.38 % menor al valor registrado por la MAC estándar.

Figura 47*Variación de volumen de vacíos con aire de MAC con CA óptimo***Volumen de asfalto efectivo**

En la Tabla 31, se presentan los resultados del ensayo de volumen de asfalto efectivo, además considerando los promedios y la variación de este parámetro para cada mezcla modificada con el aditivo respecto al patrón.

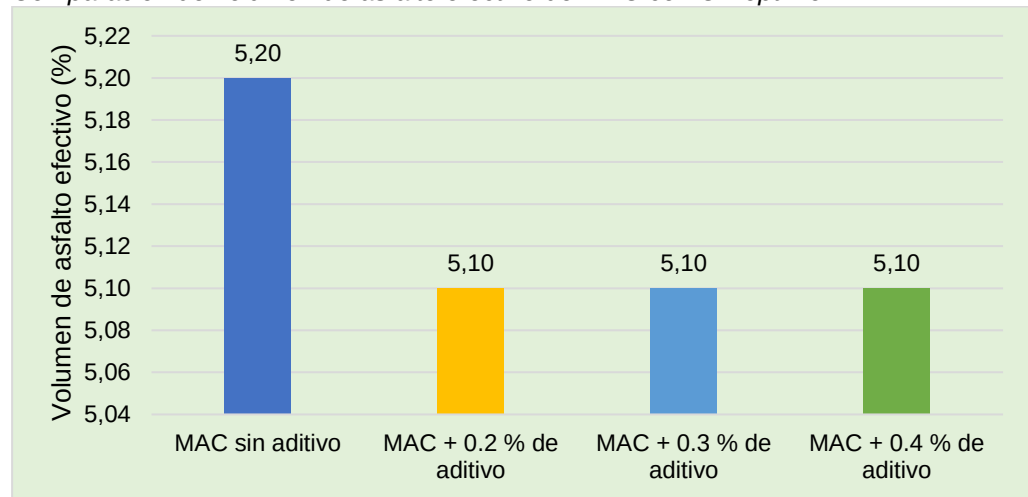
Tabla 31*Volumen de asfalto efectivo de MAC con contenidos óptimos de CA*

Grupos	Volumen de asfalto efectivo (%)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	5.20	5.20	0.00
	5.20		
	5.20		
MAC + 0.2 % de aditivo	5.10	5.10	-1.92
	5.10		
	5.10		
MAC + 0.3 % de aditivo	5.10	5.10	-1.92
	5.10		
	5.10		
MAC + 0.4 % de aditivo	5.10	5.10	-1.92
	5.10		
	5.10		

En la Figura 48, se tiene la representación gráfica del porcentaje del volumen de asfalto efectivo de cada mezcla, evidenciando que la MAC sin aditivos presentaba el mayor valor con un 5.20 %, mientras que las demás mezclas presentaron volúmenes de 5.10 %.

Figura 48

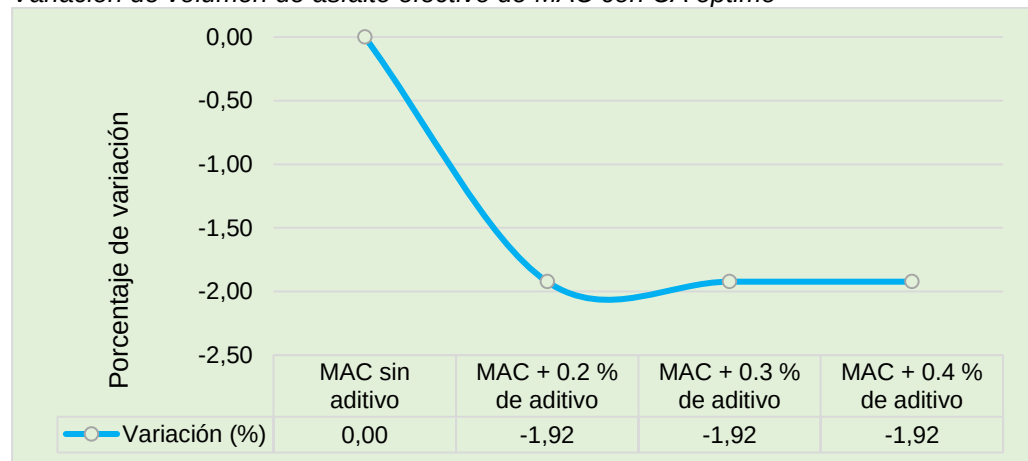
Comparación de volumen de asfalto efectivo de MAC con CA óptimo



Dados estos resultados, en la Figura 49 se expone la variación de este parámetro, siendo menores en un 1.92 % respecto al resultado de la MAC estándar.

Figura 49

Variación de volumen de asfalto efectivo de MAC con CA óptimo



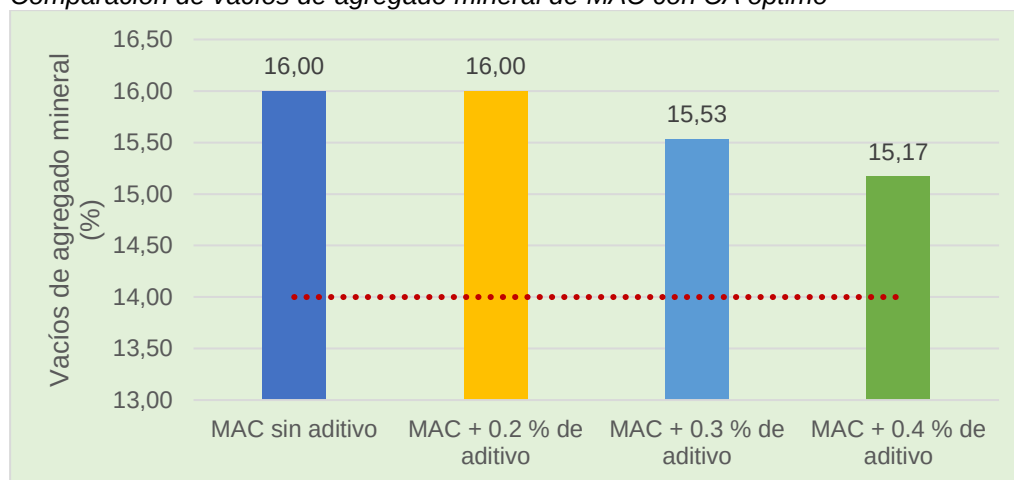
Vacíos en el agregado mineral

Los vacíos en el agregado mineral fueron medidos para cada uno de los especímenes elaborados con sus respectivos porcentajes óptimos de cemento asfáltico y aditivos, obteniendo también promedios y porcentajes de variación, tal como se adjunta a continuación.

Tabla 32*Vacíos en el agregado mineral de MAC con contenidos óptimos de CA*

Grupos	Vacíos de agregado mineral (%)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	15.90	16.00	0.00
	16.00		
	16.10		
MAC + 0.2 % de aditivo	16.00	16.00	0.00
	16.00		
	16.00		
MAC + 0.3 % de aditivo	15.30	15.53	-2.92
	15.80		
	15.50		
MAC + 0.4 % de aditivo	15.10	15.17	-5.21
	15.20		
	15.20		

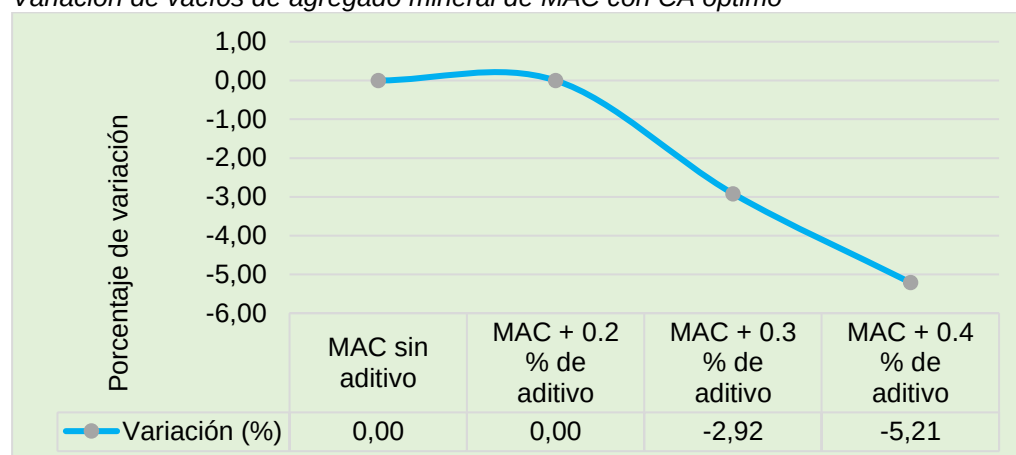
En la Figura 50, se presentan los promedios de cada una de las MAC elaboradas, aquí se aprecia que el máximo valor corresponde a la MAC sin aditivos y a la MAC con un 0.2 % del aditivo con 16 % de vacíos en el agregado mineral, mientras que el menor valor correspondió a la mezcla con 0.4 % de aditivo teniendo un 15.17 % de vacíos de agregado mineral, además en el gráfico se indica el valor mínimo requerido de este parámetro en las mezclas (14 %) de acuerdo a lo establecido por el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción MTC (2013), de este modo, se comprueba que todas las mezclas superan y cumplen con este parámetro.

Figura 50*Comparación de vacíos de agregado mineral de MAC con CA óptimo*

Asimismo, se presenta la variación de este parámetro entre cada tipo de mezcla, así puede apreciarse que la máxima variación la presenta la mezcla con un 0.4 % de aditivo siendo un 5.21 % menor a la mezcla estándar.

Figura 51

Variación de vacíos de agregado mineral de MAC con CA óptimo



Vacíos llenos de asfalto

También fueron obtenidos los volúmenes de los vacíos llenos de asfalto para cada una de las mezclas estudiadas en la presente investigación, en la Tabla 33 se presentan estos resultados en conjunto con los promedios y variaciones respectivas.

Tabla 33

Vacíos llenos de asfalto de MAC con contenidos óptimos de CA

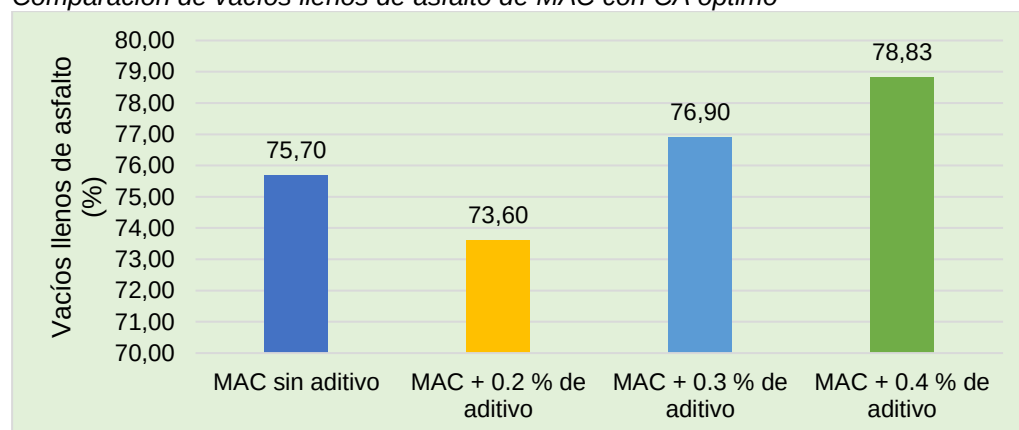
Grupos	Vacíos llenos de asfalto (%)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	76.20	75.70	0.00
	75.50		
	75.40		
MAC + 0.2 % de aditivo	73.40	73.60	-2.77
	73.80		
	73.60		
MAC + 0.3 % de aditivo	78.10	76.90	1.59
	75.20		
	77.40		
MAC + 0.4 % de aditivo	79.20	78.83	4.14
	78.80		
	78.50		

A partir de estos resultados, en la Figura 52 se adjunta la representación gráfica de los promedios de los vacíos llenos de asfalto

para cada mezcla evaluada, resaltando el mayor valor de 78.83 % obtenido por la MAC con 0.4 % de aditivo, mientras que el menor valor fue de 73.60 % correspondiente a la mezcla con 0.2 % de aditivo.

Figura 52

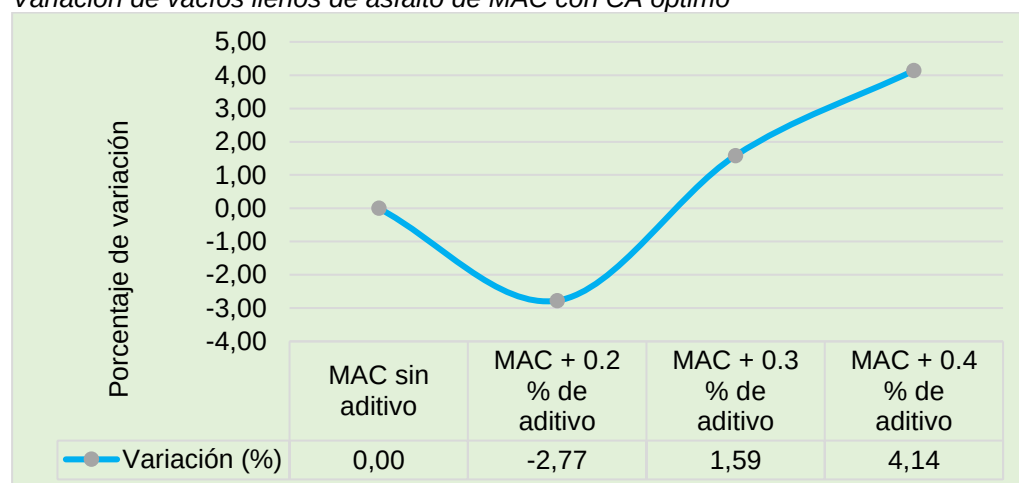
Comparación de vacíos llenos de asfalto de MAC con CA óptimo



La variación de este parámetro se presenta en la Figura 53, donde queda en evidencia que el mayor incremento fue de un 4.14 % correspondiente al valor obtenido por la mezcla + 0.4 % de aditivo en comparación con la mezcla patrón.

Figura 53

Variación de vacíos llenos de asfalto de MAC con CA óptimo



Estabilidad

Respecto a la estabilidad en la siguiente tabla se tiene los valores obtenidos a partir del ensayo Marshall, entonces se deduce que al considerar 0.2 % de aditivo se reduce la estabilidad en 1.66 % respecto a la MAC sin aditivo, mientras que, al considerar 0.3 % y 0.4 % de aditivo mejorador de adherencia se incrementa en 11.41 % y 8.10 %.

Tabla 34

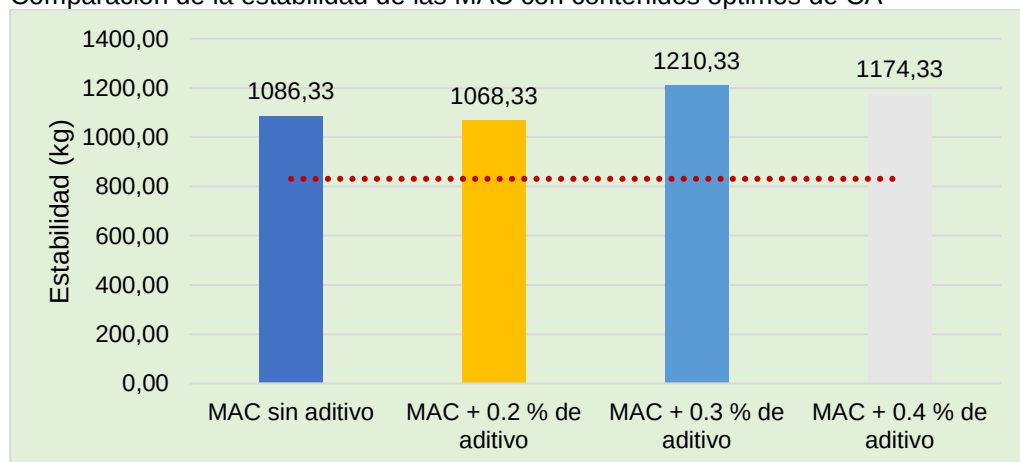
Estabilidad de las MAC con contenidos óptimos de CA

Grupos	Estabilidad corregida (kg)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	1102.00	1086.33	0.00
	1092.00		
	1065.00		
MAC + 0.2 % de aditivo	1110.00	1068.33	-1.66
	1086.00		
	1009.00		
MAC + 0.3 % de aditivo	1230.00	1210.33	11.41
	1186.00		
	1215.00		
MAC + 0.4 % de aditivo	1167.00	1174.33	8.10
	1156.00		
	1200.00		

De la Figura 54 se logra percibir que la estabilidad obtenida en las diferentes mezclas asfálticas cumple con lo mínimo solicitado a través de las especificaciones técnicas generales para la construcción, que para un tráfico pesado es de 8.15 kN (831.07 kg).

Figura 54

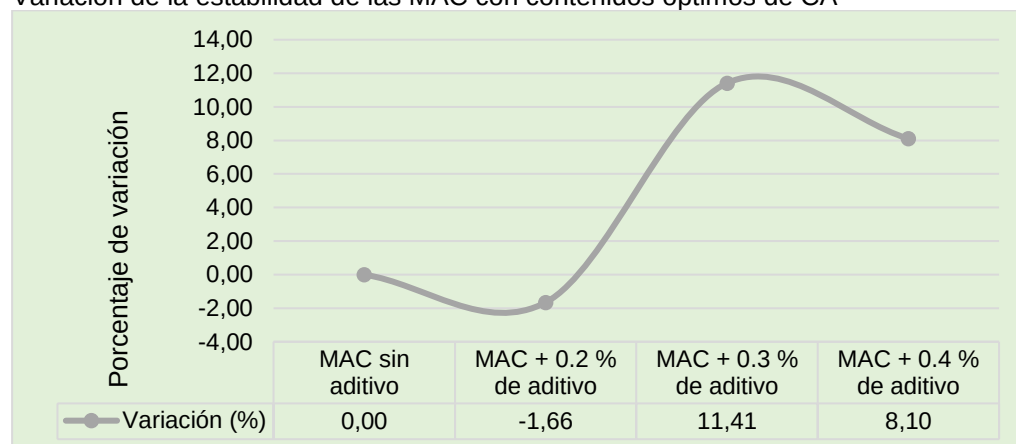
Comparación de la estabilidad de las MAC con contenidos óptimos de CA



Asimismo, en la siguiente figura se muestra que en primera instancia con la adición del compuesto mejorador de adherencia en 0.2 % se reduce la estabilidad en 1.66 % a diferencia de emplear 0.3 % y 0.4 % donde se incrementa en 11.41 % y 8.10 %.

Figura 55

Variación de la estabilidad de las MAC con contenidos óptimos de CA



Flujo

El flujo, también denominado como la resistencia a la deformación fue determinado también para cada una de las cuatro mezclas con las diferentes proporciones de aditivo “Quimibond Advance”, tal como se consigna en la Tabla 35 donde también se adjuntan los valores promedio y variaciones.

Tabla 35

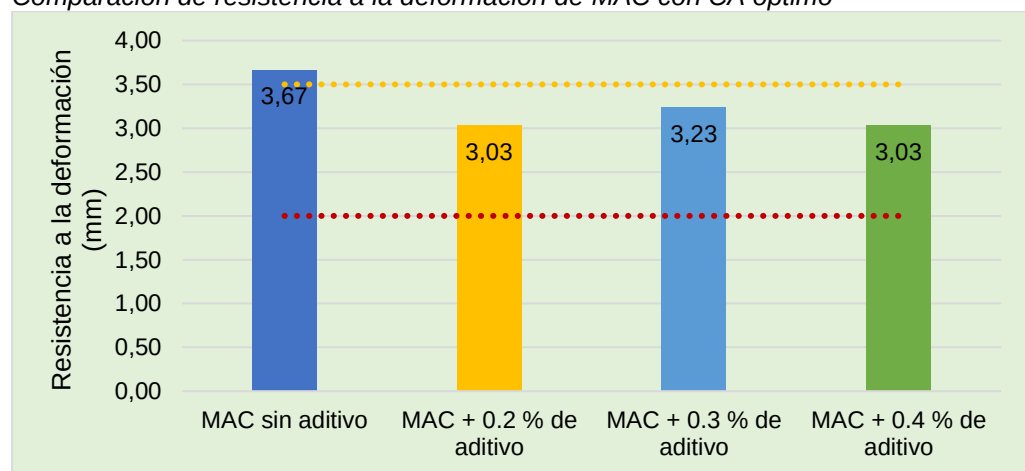
Resistencia a la deformación de MAC con contenidos óptimos de CA

Grupos	Resistencia a la deformación (mm)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	3.60	3.67	0.00
	3.60		
	3.80		
MAC + 0.2 % de aditivo	2.80	3.03	-17.27
	3.00		
	3.30		
MAC + 0.3 % de aditivo	3.30	3.23	-11.82
	3.60		
	2.80		
MAC + 0.4 % de aditivo	3.00	3.03	-17.27
	3.30		
	2.80		

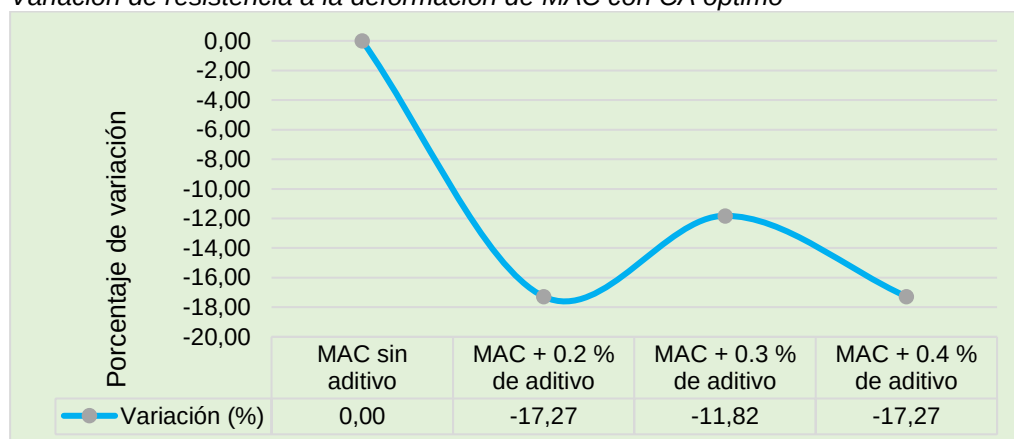
En la Figura 56 se plasman los valores del flujo para cada una de las mezclas evaluadas a fin de compararlas, además se señala el valor mínimo y máximo de este parámetro, siendo de 2.0 y 3.5 respectivamente de acuerdo a las exigencias del Manual de especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013), en ese sentido se puede apreciar que las tres mezclas modificadas con el aditivo cumplen con este parámetro, mientras que la MAC patrón lo hace.

Figura 56

Comparación de resistencia a la deformación de MAC con CA óptimo



La variación de este parámetro se muestra en la Figura 57, donde puede apreciarse que la mayor reducción de este parámetro lo experimentaron las mezclas con la adición del 0.2 y 0.4 % de aditivo, siendo un 17.27 % menores al valor de la mezcla estándar.

Figura 57*Variación de resistencia a la deformación de MAC con CA óptimo***Relación estabilidad/flujo**

La relación de la estabilidad entre el flujo, en la Tabla 36 se presentan los valores obtenidos para cada espécimen de las cuatro mezclas evaluadas, además también se presentan los promedios y las variaciones, en esta tabla puede apreciarse la tendencia a la subida que presenta esta propiedad a la par que es incrementada la cantidad de aditivo en la mezcla.

Tabla 36*Relación de estabilidad/flujo de MAC con contenidos óptimos de CA*

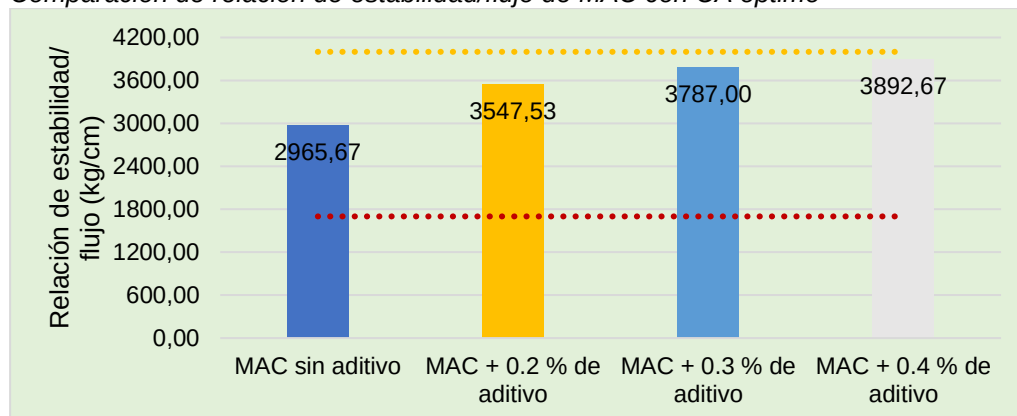
Grupos	Relación de estabilidad/ flujo (kg/cm)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	3061.10	2965.67	0.00
	3033.30		
	2802.60		
MAC + 0.2 % de aditivo	3964.30	3547.53	19.62
	3620.70		
	3057.60		
MAC + 0.3 % de aditivo	3727.30	3787.00	27.69
	3294.40		
	4339.30		
MAC + 0.4 % de aditivo	3888.30	3892.67	31.26
	3503.60		
	4286.10		

La Figura 58, presenta estos promedios a fin de compararlos, además se tienen los límites que el MTC (2013) presenta para este parámetro, con un mínimo de 1700 y un máximo de 4000, en ese sentido se puede apreciar que todas las mezclas cumplen este parámetro, con

un valor máximo de 3892.67 kg/cm correspondiente a la MAC con 0.4 % de aditivo y un valor mínimo de 2965.67 correspondiente a la mezcla sin aditivo.

Figura 58

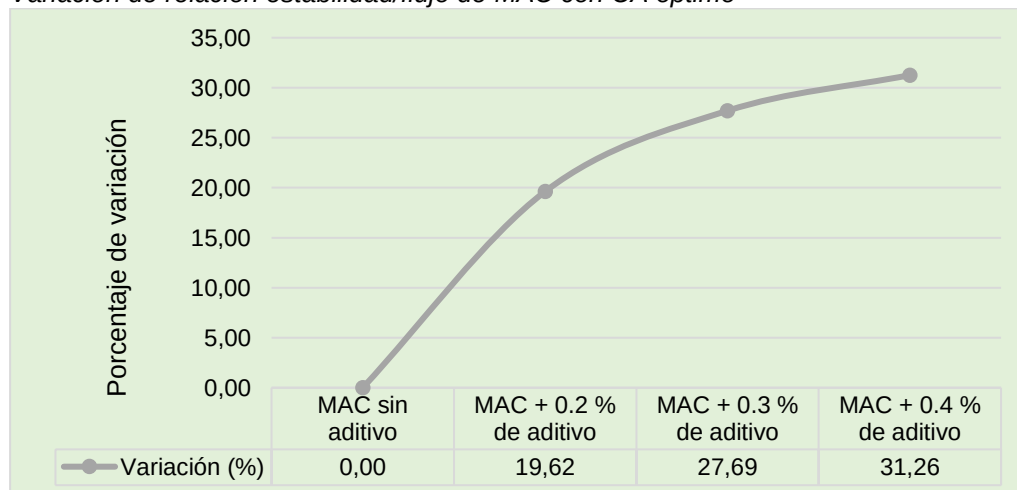
Comparación de relación de estabilidad/flujo de MAC con CA óptimo



Sumado a ello, la Figura 59 adjunta los valores de variación de este parámetro, donde se puede apreciar que el mayor incremento le corresponde a la mezcla con un 0.4 % de aditivo con un 31.26 %.

Figura 59

Variación de relación estabilidad/flujo de MAC con CA óptimo



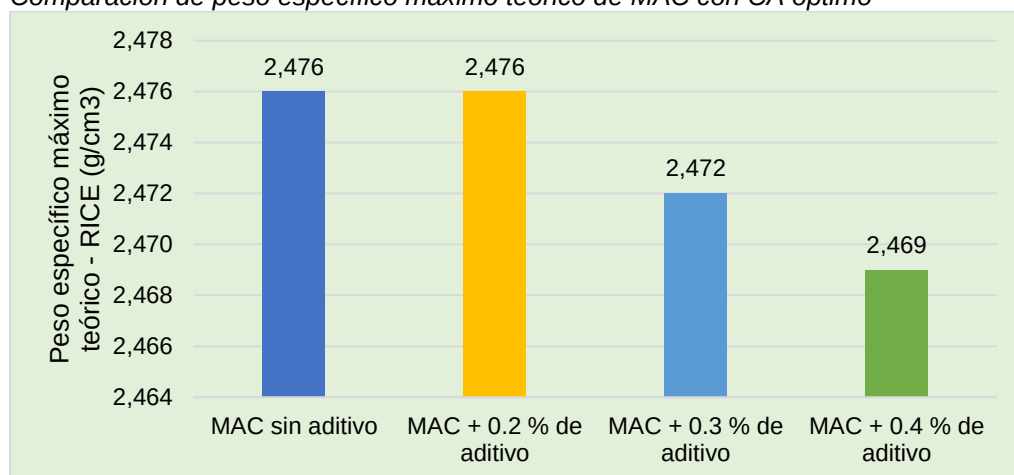
Peso específico máximo teórico - RICE

En la misma línea, fueron determinados los pesos específicos máximos teóricos de las cuatro mezclas estudiadas, en la Tabla 37 se exponen estos resultados considerando también los promedios alcanzados y las variaciones de estos valores en función a lo obtenido por la MAC sin aditivo

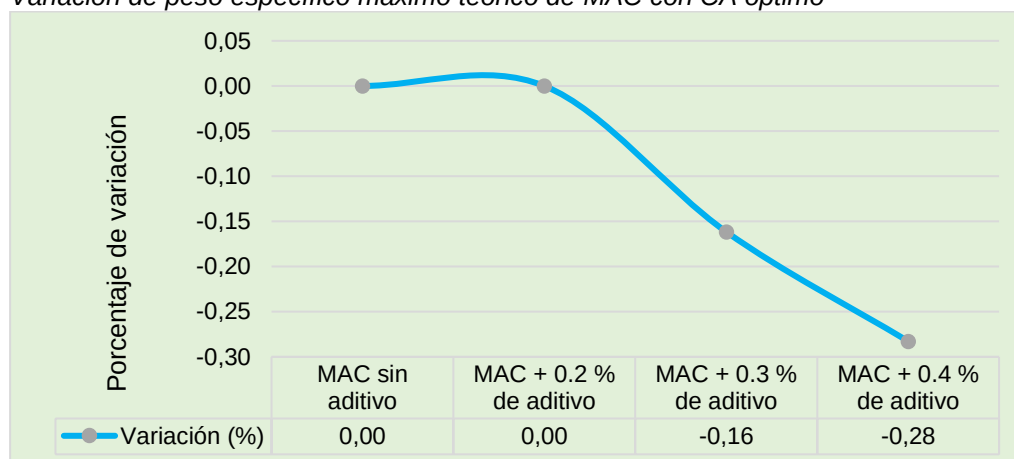
Tabla 37*Peso específico máximo teórico de MAC con contenidos óptimos de CA*

Grupos	Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	2.476	2.476	0.00
	2.476		
	2.476		
MAC + 0.2 % de aditivo	2.476	2.476	0.00
	2.476		
	2.476		
MAC + 0.3 % de aditivo	2.472	2.472	-0.16
	2.472		
	2.472		
MAC + 0.4 % de aditivo	2.469	2.469	-0.28
	2.469		
	2.469		

A partir de estos resultados, en la Figura 60 se presenta la comparación de los valores promedio hallados para cada mezcla, en ese sentido, puede apreciarse que el mayor valor es de 2.476 g/cm³ correspondiente a las mezclas con 0.0 % y 0.2 % de aditivo, mientras que el menor valor es de 2.469 g/cm³ y corresponde a la MAC con 0.4 % del aditivo “Quimibond Advance”.

Figura 60*Comparación de peso específico máximo teórico de MAC con CA óptimo*

La Figura 61, contiene la representación gráfica de las variaciones del peso específico máximo teórico de cada mezcla, aquí se observa que la mayor variación es de una disminución en un 0.28 % del valor alcanzado por la mezcla con 0.4 % de aditivo.

Figura 61*Variación de peso específico máximo teórico de MAC con CA óptimo***Gravedad específica**

Otra propiedad analizada en la presente investigación comprende a la gravedad específica, los resultados del análisis de laboratorio se plasman en la tabla adjunta a continuación.

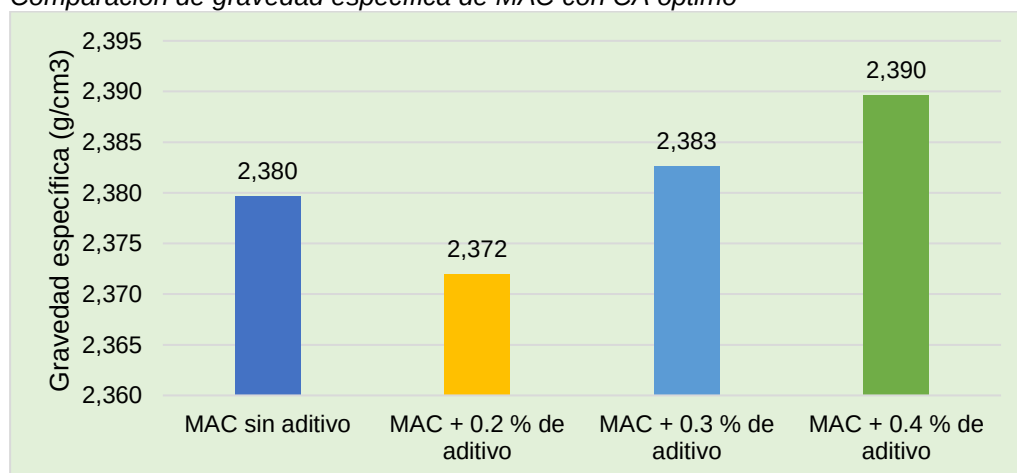
Tabla 38*Gravedad específica de MAC con contenidos óptimos de CA*

Grupos	Gravedad específica (g/cm ³)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	2.382	2.380	0.00
	2.379		
	2.378		
MAC + 0.2 % de aditivo	2.371	2.372	-0.32
	2.373		
	2.372		
MAC + 0.3 % de aditivo	2.388	2.383	0.13
	2.375		
	2.385		
MAC + 0.4 % de aditivo	2.391	2.390	0.42
	2.390		
	2.388		

Basado en estos resultados, en la Figura 62 se presentan los promedios de gravedad específica alcanzados por cada una de las mezclas, 2.372 g/cm³ es el valor más bajo y corresponde a la mezcla con 0.2 % de aditivo, mientras que 2.390 g/cm³ es el valor más alto y corresponde a la gravedad específica de la MAC + 0.4 % de aditivo.

Figura 62

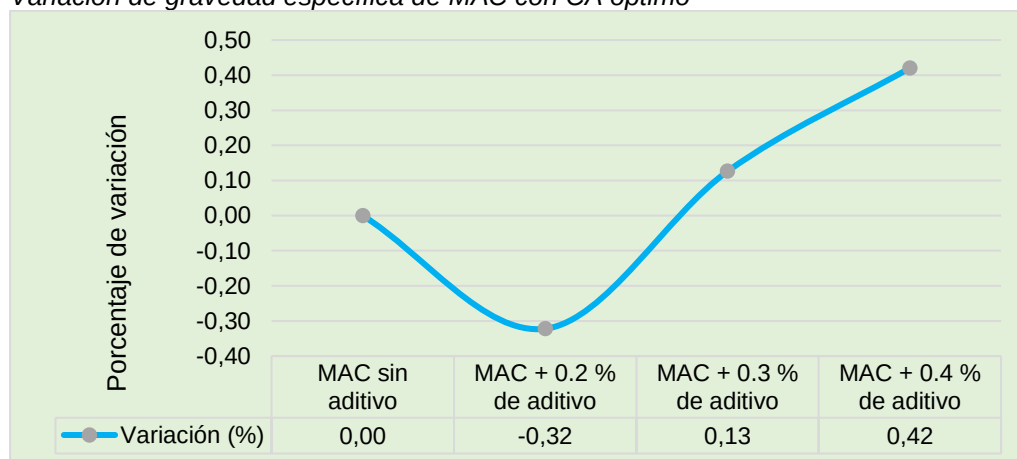
Comparación de gravedad específica de MAC con CA óptimo



En la misma línea, la variación es presentada en la Figura 63, aquí puede observarse que la mayor variación corresponde a un aumento de 0.42 % de la MAC con 0.4 % de aditivo.

Figura 63

Variación de gravedad específica de MAC con CA óptimo



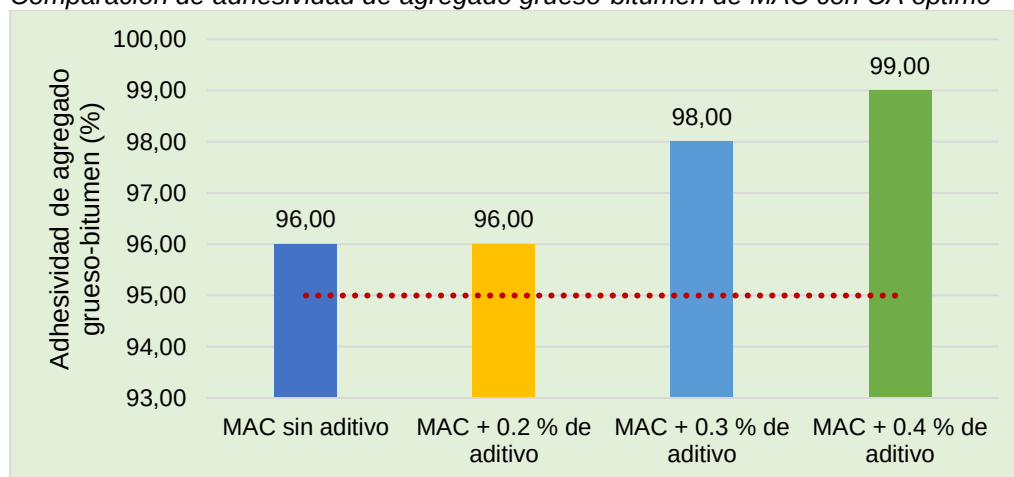
Adherencia del agregado grueso - asfalto

En la Tabla 39 se exponen los resultados de los ensayos de adherencia realizados a cada una de las mezclas asfálticas en caliente con sus respectivos porcentajes óptimos de cemento asfáltico y aditivo.

Tabla 39*Adhesividad de agregado grueso-bitumen de MAC con contenidos óptimos de CA*

Grupos	Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	96.00	96.00	0.00
	96.00		
	96.00		
MAC + 0.2 % de aditivo	96.00	96.00	0.00
	96.00		
	96.00		
MAC + 0.3 % de aditivo	98.00	98.00	2.08
	98.00		
	98.00		
MAC + 0.4 % de aditivo	99.00	99.00	3.13
	99.00		
	99.00		

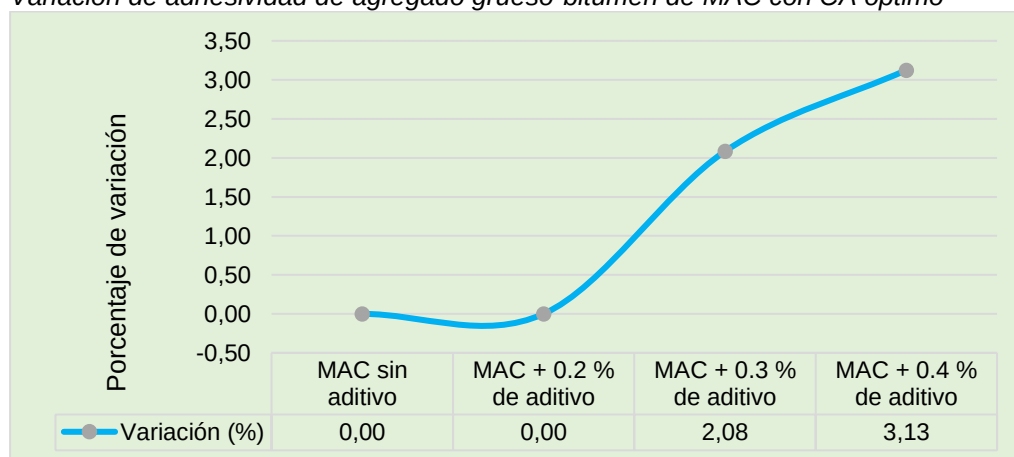
De acuerdo a estos resultados, en la Figura 64 se presentan los promedios y la comparación con el límite mínimo exigido por el MTC (2013) en el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción, observado que en todos los casos es superado el 95 % exigido.

Figura 64*Comparación de adhesividad de agregado grueso-bitumen de MAC con CA óptimo*

En la Figura 65 se aprecia la variación de esta propiedad en las MAC, aquí se aprecia que los mejores resultados son obtenidos al tener un 0.4 % de aditivo en la mezcla, pues es un 3.13 % superior a la MAC estándar.

Figura 65

Variación de adhesividad de agregado grueso-bitumen de MAC con CA óptimo



Adherencia de la mezcla de agregados - asfalto

Del mismo modo que con el árido grueso, a continuación la Tabla 40 expone los resultados de este ensayo, aquí se aprecia la tendencia al aumento a medida que aumenta el contenido de aditivo.

Tabla 40

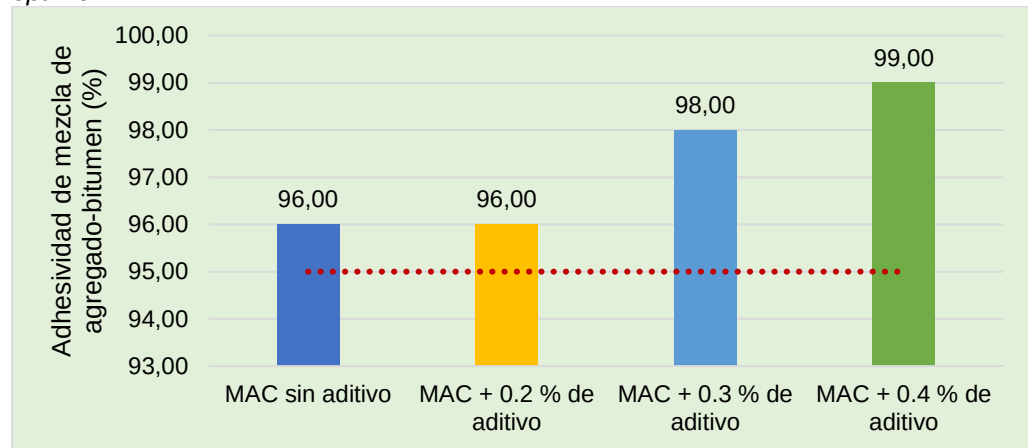
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen de MAC con contenidos óptimos de CA

Grupos	Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	Promedio	Variación (%)
MAC sin aditivo	96.00	96.00	0.00
	96.00		
	96.00		
MAC + 0.2 % de aditivo	96.00	96.00	0.00
	96.00		
	96.00		
MAC + 0.3 % de aditivo	98.00	98.00	2.08
	98.00		
	98.00		
MAC + 0.4 % de aditivo	99.00	99.00	3.13
	99.00		
	99.00		

En la Figura 66 se encuentra la representación gráfica correspondiente a cada promedio de adhesividad de cada mezcla, sumado a ello se visualiza el valor mínimo que debería tener esta propiedad de acuerdo a lo descrito en la sección 423 del Manual de especificaciones publicado por el MTC (2013), apreciándose así que todos la cumplen.

Figura 66

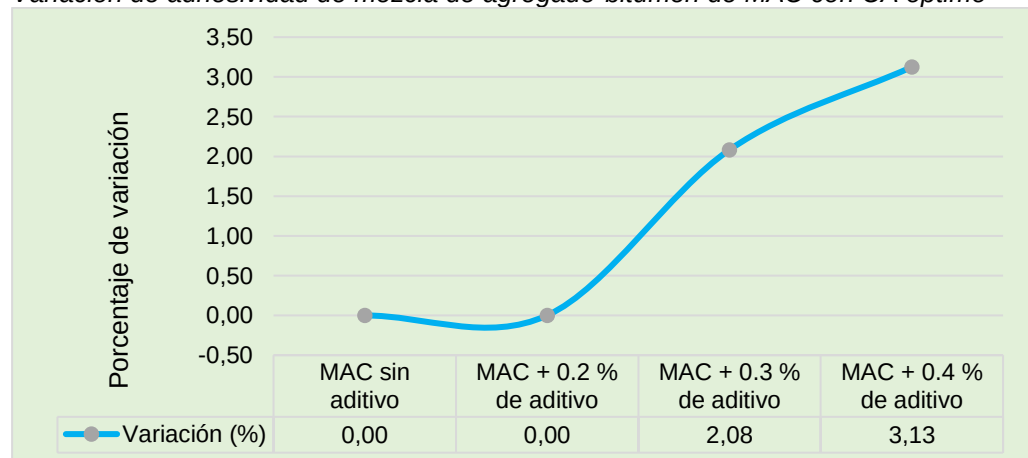
Comparación de adhesividad de mezcla de agregado-bitumen de MAC con CA óptimo



Finalmente, en la Figura 67 se adjunta la variación de esta propiedad en las mezclas modificadas respecto a la mezcla patrón, en ese sentido, se puede apreciar que la mayor mejora es de un 3.13 % alcanzada por la mezcla con la inclusión del 0.4 % del aditivo Quimibond Advance.

Figura 67

Variación de adhesividad de mezcla de agregado-bitumen de MAC con CA óptimo



4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1. PRUEBAS DE NORMALIDAD

Antes de iniciar con la contrastación de cada una de las hipótesis específicas planteadas previamente, fue necesario determinar si es que los datos de los ensayos se ajustaban a una distribución normal, para poder elegir apropiadamente el método estadístico a aplicar en cada caso.

En esa línea, la Tabla 41 presenta los resultados de la prueba de normalidad realizada sobre los datos obtenidos de los ensayos concernientes a la primera hipótesis específica, aquí se aprecia que tan solo los datos de los vacíos llenos de asfalto se ajustan a una distribución normal, pues tiene niveles de significancia superiores al 5 % y será analizada mediante la aplicación de una prueba paramétrica, por otro lado, las otras tres propiedades no se ajustan a una distribución normal y por lo tanto serán evaluadas mediante una prueba estadística no paramétrica.

Tabla 41

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las propiedades volumétricas

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Volumen de vacíos con aire (%)	MAC sin aditivo	0.75	3	0.00
	MAC + 0.2 % de aditivo	0.75	3	0.00
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.89	3	0.36
	MAC + 0.4 % de aditivo	0.75	3	0.00
Volumen de asfalto efectivo (%)	MAC sin aditivo		3	
	MAC + 0.2 % de aditivo		3	
	MAC + 0.3 % de aditivo		3	
	MAC + 0.4 % de aditivo		3	
Vacíos de agregado mineral (%)	MAC sin aditivo	1.00	3	1.00
	MAC + 0.2 % de aditivo		3	
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.99	3	0.78
	MAC + 0.4 % de aditivo	0.75	3	0.00
Vacíos llenos de asfalto (%)	MAC sin aditivo	0.84	3	0.22
	MAC + 0.2 % de aditivo	1.00	3	1.00
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.92	3	0.45
	MAC + 0.4 % de aditivo	0.99	3	0.84

La Tabla 42 expone los resultados de la prueba de normalidad realizada sobre los datos registrados para la contrastación de la hipótesis específica “b”, en esta tabla se aprecia que la estabilidad, relación de estabilidad/flujo y la gravedad específica presentan significancias superiores a 0.05 estando ajustados a una distribución normal, por lo que serán evaluadas mediante la aplicación de pruebas paramétrica, en contraposición, la resistencia a la deformación y el peso específico máximo teórico obtuvieron valores menores al 5 %, por lo que serán analizadas mediante métodos no paramétricos.

Tabla 42

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para los parámetros del ensayo Marshall

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la deformación (mm)	MAC sin aditivo	0.75	3	0.00
	MAC + 0.2 % de aditivo	0.99	3	0.78
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.98	3	0.73
	MAC + 0.4 % de aditivo	0.99	3	0.78
Estabilidad	MAC sin aditivo	0.93	3	0.51
	MAC + 0.2 % de aditivo	0.91	3	0.44
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.97	3	0.65
	MAC + 0.4 % de aditivo	0.92	3	0.46
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	MAC sin aditivo	0.83	3	0.19
	MAC + 0.2 % de aditivo	0.98	3	0.74
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.99	3	0.81
	MAC + 0.4 % de aditivo	1.00	3	0.98
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	MAC sin aditivo		3	
	MAC + 0.2 % de aditivo		3	
	MAC + 0.3 % de aditivo		3	
	MAC + 0.4 % de aditivo		3	
Gravedad específica (g/cm ³)	MAC sin aditivo	0.92	3	0.46
	MAC + 0.2 % de aditivo	1.00	3	1.00
	MAC + 0.3 % de aditivo	0.91	3	0.42
	MAC + 0.4 % de aditivo	0.96	3	0.63

Por otro lado, la Tabla 43 adjunta los resultados de la prueba de normalidad realizada sobre los datos registrados de los ensayos de adherencia, tanto para el agregado grueso como para la mezcla de agregados con el cemento asfáltico, como puede apreciarse en ambos casos la similitud de los datos hace que la prueba Shapiro-Wilk indique que los datos no se ajusten a una distribución normal, por lo tanto, serán evaluadas mediante la aplicación de una prueba no paramétrica.

Tabla 43*Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para los ensayos de adherencia*

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Adhesividad de agregado grueso-bitumen (%)	MAC sin aditivo		3	
	MAC + 0.2 % de aditivo		3	
	MAC + 0.3 % de aditivo		3	
	MAC + 0.4 % de aditivo		3	
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen (%)	MAC sin aditivo		3	
	MAC + 0.2 % de aditivo		3	
	MAC + 0.3 % de aditivo		3	
	MAC + 0.4 % de aditivo		3	

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA “A”

Planteadas las hipótesis:

Hi: La incorporación del aditivo Quimibond Advance modifica significativamente las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023.

H₀: La incorporación del aditivo Quimibond Advance no modifica significativamente las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023.

Fue realizada la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para las propiedades cuyos valores no se ajustaron a una distribución normal, las cuales comprenden al volumen de vacíos con aire, volumen de asfalto efectivo y vacíos de agregado mineral; en la Tabla 44 se presenta el resumen de los resultados de la prueba aplicada, aquí se aprecia que en todos los casos los niveles de significancia son inferiores al 5 %, es decir, existen diferencias significativas entre las muestras estudiadas.

Tabla 44*Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para las propiedades volumétricas*

Propiedad	N total	Estadístico de prueba	Grado de libertad	Sig. asintótica (prueba bilateral)
Volumen de vacíos con aire	12.00	9.87 ^a	3.00	0.02
Volumen de asfalto efectivo	12.00	11.00 ^a	3.00	0.01
Vacíos de agregado mineral	12.00	9.72 ^a	3.00	0.02

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

A fin de conocer los grupos específicos entre los que surgen están diferencias significativas, se presentan las comparaciones por parejas de grupos para cada propiedad; en la Tabla 45 se presenta la comparación por parejas del volumen de vacíos con aire, aquí se evidencia que la diferencia significativa a un nivel de 5 % corresponde a la MAC con 0.2 % de aditivo con la MAC con 0.4 %, mas no fueron halladas diferencias significativas con los grupos de control.

Tabla 45*Comparaciones por parejas de grupos del volumen de vacíos con aire*

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	3.67	2.91	1.26	0.21	1.00
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC sin aditivo	5.33	2.91	1.83	0.07	0.40
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	9.00	2.91	3.09	0.00	0.01
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC sin aditivo	1.67	2.91	0.57	0.57	1.00
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	5.33	2.91	1.83	0.07	0.40
MAC sin aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	-3.67	2.91	-1.26	0.21	1.00

En cada fila se comprueba la hipótesis nula, según la cual las muestras 1 y 2 tienen distribuciones iguales, y se muestran las pruebas bilaterales (significancias asintóticas). 0,05 es el nivel de significación. a. Para diversas pruebas, los valores de significación se han modificado mediante la corrección de Bonferroni.

En la Tabla 46 se adjuntan las comparaciones por parejas de grupos de los volúmenes asfalto efectivo, aquí se puede observar que todas las mezclas con aditivos presentan diferencias significativas respecto a la mezcla sin aditivos, presentando todos valores de 0.01, en

otras palabras, la inclusión del aditivo “Quimibond Advance” en las MAC propicia variaciones importantes en el volumen de asfalto efectivo.

Tabla 46

Comparaciones por parejas de grupos del volumen de asfalto efectivo

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC sin aditivo	6.00	2.22	2.71	0.01	0.04
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC sin aditivo	6.00	2.22	2.71	0.01	0.04
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC sin aditivo	6.00	2.22	2.71	0.01	0.04
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	0.00	2.22	0.00	1.00	1.00
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	0.00	2.22	0.00	1.00	1.00
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	0.00	2.22	0.00	1.00	1.00

En cada fila se comprueba la hipótesis nula, según la cual las muestras 1 y 2 tienen distribuciones iguales, y se muestran las pruebas bilaterales (significancias asintóticas). 0,05 es el nivel de significación. a. Para diversas pruebas, los valores de significación se han modificado mediante la corrección de Bonferroni.

Asimismo, en la Tabla 47 se exponen las comparaciones de grupos de los resultados de los vacíos en el agregado mineral, en esta tabla se aprecia que tan solo dos grupos presentan diferencias significativas, sin embargo, de estas, tan solo una corresponde a la diferencia de una mezcla modificada con la convencional, esta mezcla es la que tiene un 0.4 % de aditivo con un nivel de significancia de 0.01.

Tabla 47

Comparaciones por parejas de grupos de los vacíos de agregado mineral

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	3.00	2.89	1.04	0.30	1.00
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC sin aditivo	7.50	2.89	2.60	0.01	0.06
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	7.50	2.89	2.60	0.01	0.06
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC sin aditivo	4.50	2.89	1.56	0.12	0.71
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	4.50	2.89	1.56	0.12	0.71
MAC sin aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	0.00	2.89	0.00	1.00	1.00

En cada fila se comprueba la hipótesis nula, según la cual las muestras 1 y 2 tienen distribuciones iguales, y se muestran las pruebas bilaterales (significancias asintóticas). 0,05 es el nivel de significación. a. Para diversas pruebas, los valores de significación se han modificado mediante la corrección de Bonferroni.

Respecto a los vacíos llenos de asfalto, obtuvieron una significancia superior a 0.05 en la prueba de normalidad, por lo tanto, estos datos fueron realizados mediante la aplicación de la prueba paramétrica ANOVA de un factor, a continuación, se presenta la Tabla 48, donde se presenta un resumen de los resultados abordados por esta prueba, aquí se evidencia la existencia de diferencias significativas, pues la significancia es de 0.00.

Tabla 48

Prueba paramétrica ANOVA de un factor para los vacíos llenos de asfalto

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	43.26	3.00	14.42	21.82	0.00
Dentro de grupos	5.29	8.00	0.66		
Total	48.55	11.00			

Para poder establecer las mezclas entre las que se perciben los cambios significativos, en la Tabla 49 se presenta los resultados de la prueba Tukey de comparaciones múltiples, en esta tabla se puede observar que al comparar los resultados de la MAC estándar con las MAC modificadas tan solo aquella con un 0.4 % de aditivo presenta un nivel de significancia inferior al 5 %, por lo que se establece que existen variaciones significativas en los vacíos llenos de asfalto en las mezclas asfálticas al añadir un 0.4 % de aditivo.

Tabla 49

Prueba Tukey de comparaciones múltiples para los vacíos llenos de asfalto

(I) Grupos		Diferencia de medias (I- J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MAC sin aditivo	MAC + 0.2 % de aditivo	2.10	0.66	0.05	-0.03	4.23
	MAC + 0.3 % de aditivo	-1.20	0.66	0.34	-3.33	0.93
	MAC + 0.4 % de aditivo	-3.13*	0.66	0.01	-5.26	-1.01
MAC + 0.2 % de	MAC sin aditivo	-2.10	0.66	0.05	-4.23	0.03
	MAC + 0.3 % de aditivo	-3.30*	0.66	0.00	-5.43	-1.17
	MAC + 0.4 % de aditivo	-5.23*	0.66	0.00	-7.36	-3.11
MAC + 0.3 % de	MAC sin aditivo	1.20	0.66	0.34	-0.93	3.33
	MAC + 0.2 % de aditivo	3.30*	0.66	0.00	1.17	5.43
	MAC + 0.4 % de aditivo	-1.93	0.66	0.08	-4.06	0.19
MAC + 0.4 % de aditivo	MAC sin aditivo	3.13*	0.66	0.01	1.01	5.26
	MAC + 0.2 % de aditivo	5.23*	0.66	0.00	3.11	7.36
	MAC + 0.3 % de aditivo	1.93	0.66	0.08	-0.19	4.06

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Por último, en la Tabla 50 se presentan los subconjuntos homogéneos donde puede apreciarse las diferencias y semejanzas entre cada mezcla analizada de acuerdo a su porcentaje de vacíos llenos de asfalto, aquí se valida lo mencionado anteriormente, pues la diferencia se encuentra entre la MAC sin aditivos y la MAC con 0.4 % de aditivo.

Tabla 50

Subconjuntos homogéneos de los vacíos llenos de asfalto

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC + 0.2 % de aditivo	3.00	73.60		
MAC sin aditivo	3.00	75.70	75.70	
MAC + 0.3 % de aditivo	3.00		76.90	76.90
MAC + 0.4 % de aditivo	3.00			78.83
Sig.		0.05	0.34	0.08

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.0

Es ante lo expuesto, que se procede a aceptar la hipótesis alterna que dice: La incorporación del aditivo Quimibond Advance modifica significativamente las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023, especialmente en dosis de 0.4 % respecto al peso del cemento asfáltico.

4.2.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA “B”

Planteadas las hipótesis:

H_i : El aditivo Quimibond Advance varía significativamente los parámetros del método Marshall para mezclas asfálticas en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023.

H_o : El aditivo Quimibond Advance no varía significativamente los parámetros del método Marshall para mezclas asfálticas en caliente

(MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023.

Fue realizada la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis con los datos obtenidos de las propiedades de resistencia a la deformación y peso específico máximo teórico, pues como fue explicado previamente, estos no se ajustan a un tipo de distribución normal, por ello, en la Tabla 51 se presenta el resumen, aquí se aprecia que la resistencia a la deformación presenta una significancia del 11 %, en otras palabras, no presenta diferencias significativas entre las distintas mezclas asfálticas, por otro lado, el peso específico máximo teórico presenta un nivel de significancia del 1 %, es decir, que en este caso si existen diferencias significativas entre los grupos de MAC evaluados.

Tabla 51
Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para los parámetros del ensayo Marshall

Propiedad	N total	Estadístico de prueba	Grado de libertad	Sig. asintótica (prueba bilateral)
Resistencia a la deformación (mm)	12.00	6.14 ^{a,b}	3.00	0.11
Peso específico máximo teórico - RICE (g/cm ³)	12.00	11.00 ^a	3.00	0.01

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

En ese sentido, a fin de hallar los grupos con diferencias significativas para el peso específico máximo teórico se presenta la Tabla 52, donde se tiene la comparación por parejas de grupos, aquí se puede apreciar que tan solo dos comparaciones presentan niveles de significancia inferiores al 5 %, sin embargo, tan solo una toma en cuenta a la MAC sin aditivos, por lo que esta prueba demuestra que al añadir un 0.4 % de aditivo a la mezcla, pueden obtenerse diferencias significativas de peso específico máximo teórico.

Tabla 52*Comparaciones por parejas de grupos del peso específico máximo teórico*

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	3.00	2.71	1.11	0.27	1.00
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC sin aditivo	7.50	2.71	2.76	0.01	0.03
MAC + 0.4 % de aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	7.50	2.71	2.76	0.01	0.03
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC sin aditivo	4.50	2.71	1.66	0.10	0.58
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	4.50	2.71	1.66	0.10	0.58
MAC sin aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	0.00	2.71	0.00	1.00	1.00

En cada fila se comprueba la hipótesis nula, según la cual las muestras 1 y 2 tienen distribuciones iguales, y se muestran las pruebas bilaterales (significancias asintóticas). 0,05 es el nivel de significación. a. Para diversas pruebas, los valores de significación se han modificado mediante la corrección de Bonferroni.

En la misma línea, fueron realizados los análisis paramétricos de ANOVA de un factor sobre los datos de la estabilidad, relación estabilidad/flujo y la gravedad específica, dado que fueron las propiedades cuyos datos se ajustaron a una distribución normal en la prueba de normalidad, por ello, en la Tabla 53 se adjunta los resultados de la prueba ANOVA, donde se aprecia que respecto a la estabilidad y la gravedad específica sí presenta grupos con diferencias significativas, pues presenta un significancia de 0.00, en contraparte, en la relación de estabilidad/flujo no fueron halladas diferencias significativas pues presenta un nivel de significancia de 0.09.

Tabla 53*Prueba paramétrica ANOVA de un factor para los parámetros del ensayo Marshall*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Estabilidad	Entre grupos	42105.00	3	14035.00	13.45	0.00
	Dentro de grupos	8350.67	8	1043.83		
	Total	50455.67	11			
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	Entre grupos	1545084.76	3	515028.25	3.13	0.09
	Dentro de grupos	1316790.88	8	164598.86		
	Total	2861875.64	11			
Gravedad específica (g/cm ³)	Entre grupos	0.000	3	0.000	11.90	0.00
	Dentro de grupos	0.000	8	0.000		
	Total	0.001	11			

A fin de corroborar estos resultados, en la siguiente tabla se presenta la prueba Tukey de comparaciones múltiples, aquí se aprecia que no existen niveles de significancia inferiores al 5 % en las MAC respecto a la relación estabilidad/flujo, mientras que sí se encuentran grupos con niveles de significancia inferiores a 0.05 respecto a la estabilidad y gravedad específica, teniendo así una significancia del 3 % y 4 % en esta primera propiedad con 0.3 % y 0.4 % de aditivo, mientras que para la gravedad específica se tiene una significancia de 0.04 correspondiente a la comparación de la MAC sin aditivo y la MAC con 0.4 % de aditivo.

Tabla 54*Prueba Tukey de comparaciones múltiples para los parámetros del ensayo Marshall*

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Estabilidad	MAC sin aditivo	MAC + 0.2 % de aditivo	18.00	26.38	0.90	-66.48	102.48
		MAC + 0.3 % de aditivo	-124.00*	26.38	0.01	-208.48	-39.52
		MAC + 0.4 % de aditivo	-88.00*	26.38	0.04	-172.48	-3.52
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm)	MAC sin aditivo	MAC + 0.2 % de aditivo	-581.87	331.26	0.36	-1642.67	478.94
		MAC + 0.3 % de aditivo	-821.33	331.26	0.14	-1882.14	239.47
		MAC + 0.4 % de aditivo	-927.00	331.26	0.09	-1987.81	133.81
Gravedad específica (g/cm ³)	MAC sin aditivo	MAC + 0.2 % de aditivo	0.01	0.00	0.12	0.00	0.02
		MAC + 0.3 % de aditivo	0.00	0.00	0.75	-0.01	0.01
		MAC + 0.4 % de aditivo	-0.01*	0.00	0.04	-0.02	0.00

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la siguiente tabla se tiene dos subconjuntos homogéneos siendo el primero conformado por la MAC + 0.2 % de aditivo y la MAC sin aditivo, mientras que el segundo subconjunto homogéneo es conformado por la MAC + 0.4 % y 0.3 % de aditivo mejorador de adherencia.

Tabla 55
Subconjuntos homogéneos para la estabilidad

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
MAC + 0.2 % de aditivo	3	1068.33	
MAC sin aditivo	3	1086.33	
MAC + 0.4 % de aditivo	3		1174.33
MAC + 0.3 % de aditivo	3		1210.33
Sig.		0.90	0.55

En la Tabla 56, se presentan los subconjuntos homogéneos obtenidos de la relación estabilidad/flujo, aquí se evidencia que no existe ninguna diferencia entre los grupos sea que se comparen las MAC con aditivo o la MAC sin aditivo.

Tabla 56
Subconjuntos homogéneos de la relación estabilidad/flujo

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
MAC sin aditivo	3.00	2965.67
MAC + 0.2 % de aditivo	3.00	3547.53
MAC + 0.3 % de aditivo	3.00	3787.00
MAC + 0.4 % de aditivo	3.00	3892.67
Sig.		0.09

Finalmente, se presentan en la Tabla 57, los subconjuntos homogéneos de la gravedad específica de las MAC, aquí son presentados tres subconjuntos, de los cuales puede apreciarse la diferencia entre la MAC sin aditivo y la MAC + 0.4 % del aditivo Quimibond Advance, esto significa, que la inclusión de una dosis del 0.4 % del aditivo ejerce cambios significativos en la gravedad específica de las mezclas asfálticas.

Tabla 57*Subconjuntos homogéneos de la gravedad específica*

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC + 0.2 % de aditivo	3.00	2.37		
MAC sin aditivo	3.00	2.38	2.38	
MAC + 0.3 % de aditivo	3.00		2.38	2.38
MAC + 0.4 % de aditivo	3.00			2.39
Sig.		0.12	0.75	0.17

Es ante estos resultados que se acepta la hipótesis alterna que dice: El aditivo Quimibond Advance varía significativamente los parámetros del método Marshall para mezclas asfálticas en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023, puesto que ha quedado demostrado que la inclusión del aditivo en un 0.4 % respecto al peso del cemento asfáltico a la MAC puede variar significativamente los parámetros del método Marshall.

4.2.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICA “C”

Planteadas las hipótesis:

Hi: El aditivo Quimibond Advance varía significativamente la adherencia entre los agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023.

H₀: El aditivo Quimibond Advance no varía significativamente la adherencia entre los agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023.

Fue realizado el análisis estadístico de los resultados de adherencia mediante la aplicación de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, pues como fue comprobado en la prueba normalidad, los datos no se ajustan a una distribución normal. En esa línea, en la Tabla 58 se presenta el resumen de los resultados de esta prueba, aquí se aprecia que en ambos casos se alcanza un nivel de significancia del 1 % el cual

está por debajo del valor de 5 %, esto significa que existen diferencias significativas entre los grupos analizados debido a la acción del aditivo en las mezclas.

Tabla 58

Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para los ensayos de adherencia

Propiedad	N total	Estadístico de prueba	Grado de libertad	Sig. asintótica (prueba bilateral)
Adhesividad de agregado grueso-bitumen	12.00	11.00 ^a	3.00	0.01
Adhesividad de mezcla de agregado-bitumen	12.00	11.00 ^a	3.00	0.01

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

A fin de encontrar los grupos específicos entre los que se producen estas diferencias significativas, fueron realizadas las comparaciones por parejas de grupos las cuales se adjuntan en la Tabla 59, aquí se aprecian que dos parejas presentan significancias de 0.01, sin embargo, tan solo una toma en cuenta a la MAC sin aditivo para la comparación, esta indica que existen diferencias significativas en la adherencia de agregado grueso – bitumen al añadir un 0.4 % de aditivo.

Tabla 59

Comparaciones por parejas de grupos de la adhesividad de agregado grueso-bitumen

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
MAC sin aditivo- MAC + 0.2 % de aditivo	0.00	2.71	0.00	1.00	1.00
MAC sin aditivo- MAC + 0.3 % de aditivo	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
MAC sin aditivo- MAC + 0.4 % de aditivo	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	-3.00	2.71	-1.11	0.27	1.00

C En cada fila se comprueba la hipótesis nula, según la cual las muestras 1 y 2 tienen distribuciones iguales, y se muestran las pruebas bilaterales (significancias

asintóticas). 0,05 es el nivel de significación. a. Para diversas pruebas, los valores de significación se han modificado mediante la corrección de Bonferroni.

Del mismo modo, la Tabla 60 presenta la comparación de grupos respecto a la adherencia de la mezcla de agregados – bitumen, donde del mismo modo que en la prueba anterior se evidencia una diferencia significativa de la adherencia de la MAC sin aditivos y la MAC + 0.4 % de aditivo, teniendo una significancia de 0.01.

Tabla 60

Comparaciones por parejas de grupos de la adhesividad de mezcla de agregado-bitumen

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
MAC sin aditivo-MAC + 0.2 % de aditivo	0.00	2.71	0.00	1.00	1.00
MAC sin aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
MAC sin aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC + 0.3 % de aditivo	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
MAC + 0.2 % de aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	-7.50	2.71	-2.76	0.01	0.03
MAC + 0.3 % de aditivo-MAC + 0.4 % de aditivo	-3.00	2.71	-1.11	0.27	1.00

En cada fila se comprueba la hipótesis nula, según la cual las muestras 1 y 2 tienen distribuciones iguales, y se muestran las pruebas bilaterales (significancias asintóticas). 0,05 es el nivel de significación. a. Para diversas pruebas, los valores de significación se han modificado mediante la corrección de Bonferroni.

A partir de los resultados hallados mediante las pruebas realizadas, es que se acepta la hipótesis alterna que dice: El aditivo Quimibond Advance varía significativamente la adherencia entre los agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC – 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco – La Unión – 2023, pues ha sido demostrado que el incremento de la adherencia en ambas pruebas realizadas a nivel de laboratorio es significativo a un nivel del 5 % al añadir un 0.4 % del aditivo respecto al peso del asfalto en la MAC.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las propiedades volumétricas evaluadas en el transcurso de este estudio se midieron la cantidad de huecos de aire, el volumen efectivo de asfalto, los huecos de áridos minerales y los huecos rellenos de asfalto, la importancia de estos materiales radica en la capacidad de durabilidad que le pueden brindar a la mezcla asfáltica, pues tal como explican Jara y Machado (2020), los vacíos en el asfalto deben encontrarse entre ciertos límites a fin de evitar el ingreso de agua y aire que pueden mermar sus capacidades a largo plazo, por otro lado, una cantidad mínima de vacíos asegura que la carpeta asfáltica pueda dilatarse y contraerse sin deteriorarse debido a los cambios de temperatura, sumado a ello, permite tener cierta certeza de la manera en la que el asfalto se comporta con los agregados.

Los valores de volumen de vacíos con aire presentaron valores promedio de 3.87 % para la MAC sin aditivo, de 4.23 % para la MAC + 0.2 % del aditivo Quimibond Advance, 3.60 % de la MAC + 0.3 % de aditivo y un valor mínimo de 3.23 % de la MAC + 0.4 % de aditivo, todos estos valores están dentro de los establecido en la sección 423 del Manual de especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013) lo que es positivo, sin embargo, el análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis demostró que no existen diferencias significativas entre la MAC sin aditivos y las MAC modificadas. Estos resultados, concuerdan con lo expuesto por Jara y Machado (2020) donde también se aprecia un ligero aumento de este factor respecto al patrón y luego reducciones a medida que aumentaba la dosis del aditivo, de igual forma con lo hallado por Flores y Monzón (2020), demostrando la versatilidad del aditivo para trabajar con mezclas elaboradas con materiales de diferentes características tales como la granulometría de los agregados, el tipo de cemento asfáltico y el contenido óptimo del mismo.

El volumen de asfalto efectivo presentó un valor promedio de 5.20 % para la MAC sin aditivo y valores iguales de 5.10 % para las MAC con aditivo, el análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica dio a conocer que

esto comprendía reducciones significativas en esta propiedad, estos resultados contradicen a los obtenidos por Jara y Machado (2020) y Flores y Monzón (2020).

En la misma línea, los vacíos de agregado mineral fueron del 16.00, 16.00, 15.53 y 15.17 % para las MAC con 0.00, 0.20, 0.30 y 0.40 % de aditivo respectivamente, es decir, fueron obtenidas pequeñas reducciones de este parámetro, sin embargo, todos estos valores están por encima del límite de 14 % indicado por el MTC (2013) en el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción, por lo que sería aptos para su uso en la conformación de pavimentos flexibles, sumado a ello la prueba Kruskal-Wallis dio a conocer que tan solo una proporción de 0.4 % es la que propicia variaciones significativas en esta propiedad. Los resultados mostrados, contradicen a lo obtenido tanto por Flores y Monzón (2020) como lo obtenido por Jara y Machado (2020).

Los valores de los vacíos llenos de asfalto fueron de 75.70, 73.60, 76.90 y 78.83 % para las MAC sin aditivo y con aditivo al 0.2, 0.3 y 0.4 % respectivamente, en este caso la prueba paramétrica de ANOVA de un factor demostró que tan solo la modificación de la mezcla con 0.4 % de aditivo Quimibond Advance propicia aumentos significativos en esta propiedad respecto al patrón, algo que es positivo. Estos resultados muestran concuerdan con los resultados de Jara y Machado (2020), así como también lo obtenido por Flores y Monzón (2020).

Respecto a los parámetros del método Marshall, fueron evaluadas las propiedades de resistencia a la deformación, la relación de estabilidad/flujo, peso específico máximo teórico y la gravedad específica, estas propiedades expresan la capacidad del asfalto de ser capaz de resistir a las deformaciones propias de la acción de las repeticiones de cargas a las que estarán expuestos debido a la acción del tráfico, permitiendo así que el pavimento flexible pueda mantener su textura y forma a lo largo del tiempo (Jara y Machado, 2020).

Para la estabilidad de la mezcla asfáltica se encontraron valores de 1086.33 kg, 1068.33 kg, 1210.33 kg y 1174.33 kg tanto para el MAC sin aditivo

y para las mezclas donde se consideró 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % de aditivo mejorador de adherencia, denotándose que tales valores cumplen con lo mínimo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013) que para un tráfico alto es necesaria una estabilidad mínima de 8.15 kN (831.07 kg); es dable mencionar que, a medida que al emplear 0.2 % de aditivo se reduce la estabilidad en 1.66 % mientras que con 0.3 % y 0.4 % de aditivo se incrementa en 11.41 % y 8.10 %.

La deformación de las mezclas obtuvo valores promedio de 3.67, 3.03, 3.23 y 3.03 mm para las MAC + 0.00, 0.20, 0.30 y 0.40 % de aditivo respectivamente, en este caso, el valor obtenido por la MAC convencional se encuentra fuera del permitido por el Manual de especificaciones generales para construcción del MTC (2013), algo que al incluir el aditivo es corregido lo cual indica un beneficio extra de la inclusión de Quimibond Advance en una MAC, sin embargo, el análisis mediante la prueba no paramétrica dio a conocer que no existen diferencias significativas entre las mezclas. Estos resultados no coinciden con lo obtenido por Jara y Machado (2020) ni por lo expuesto por Flores y Monzón (2020).

En la misma línea, la relación de estabilidad/flujo presentó valores para las MAC + 0.00, 0.20, 0.30 y 0.40 % de aditivo de 2965.67, 3547.53, 3787.00 y 3892.67 kg/cm respectivamente, todos estos valores se encuentran dentro de los límites establecido en el Manual de especificaciones generales para construcción del MTC (2013), por otro lado, el análisis mediante la prueba ANOVA de un factor dio a conocer que no existen diferencias significativas entre las mezclas a pesar de hallarse aumentos a medida que aumenta la cantidad de aditivo. Estos resultados coinciden con los obtenidos en las investigaciones de (Flores y Monzón (2020) y Jara y Machado (2020).

El peso específico máximo teórico presentó los valores de 2.476 g/cm³ para la MAC sin aditivos y la MAC + 0.2 % de aditivo, de 2.472 g/cm³ para la MAC + 0.3 % de aditivo y de 2.469 g/cm³ para la MAC + 0.4 % de aditivo, a partir de estos resultados, fue realizado el análisis mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis llegando a obtener que tan solo una adición de un 0.4 % de aditivo respecto al peso del cemento asfáltico propicia una variación

significativa de esta propiedad respecto a lo obtenido por la mezcla patrón. Estos resultados contradicen a lo obtenido por Jara y Machado (2020), sin embargo, coinciden con lo obtenido por Flores y Monzón (2020).

Del mismo modo, la gravedad específica obtuvo los valores de 2.380, 2.372, 2.383 y 2.390 g/cm³ para las mezclas sin aditivo y con 0.2, 0.3 y 0.4 % de aditivo respectivamente, es decir una reducción y luego aumentos a medida que aumenta la dosis de aditivo, la prueba estadística obtuvo como resultado que tan solo la máxima dosis de aditivo, la de 0.4 %, es la que propicia una variación significativa de esta propiedad en la MAC. Los resultados de este parámetro obtenidos en la presente investigación coinciden con lo obtenido tanto por Jara y Machado (2020) como lo obtenido por Flores y Monzón (2020).

La adherencia de los agregados con el asfalto influye en las características de la carpeta asfáltica, pues influye en la resistencia y rigidez de la mezcla, una buena adherencia puede evitar los daños por humedad y fatiga, influyendo de esta manera en la capacidad del pavimento de alcanzar largos tiempos de vida Vasquez et al. (2021).

En primera instancia, fue evaluada la adherencia del agregado grueso – bitumen, de las mezclas con los contenidos óptimos de asfalto, esta propiedad es considerada en la sección 423 del Manual de especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013), donde está indicado que el valor mínimo de adherencia para mezclas asfálticas en caliente debe ser del 95 %, en ese sentido, todas las mezclas cumplen con este parámetro pues tuvieron adherencias del 96, 96, 98 y 99 % para las MAC sin aditivo, con 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % de aditivo, respecto a la contrastación de hipótesis mediante la aplicación de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis fue comprado que existen aumentos significativos al añadir un 0.4 % de aditivo a la mezcla. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Condezo y Prado (2020).

Del mismo modo, fueron evaluadas las adherencias de las mezclas del agregado con el cemento asfáltico, esta propiedad también se encuentra parametrizada por el MTC (2013) en el Manual de especificaciones técnicas

generales para construcción, donde es indicado que la adherencia mínima debe ser del 95 %, esto es cumplido por todas las mezclas, pues aquí fueron obtenidos promedios de 96, 96, 98 y 99 % para las mezclas con 0.0, 0.2, 0.3 y 0.4 % de aditivo Quimibond Advance, por otro lado, el análisis mediante la prueba Kruskal-Wallis indicó que el incremento es significativo al usar un 0.4 % de aditivo. En general estos resultados son positivos y comprueban los beneficios del uso del aditivo en la conformación de mezclas asfálticas en caliente coincidiendo a la vez con los resultados expuestos en la investigación de Condezo y Prado (2020).

CONCLUSIONES

1. Evaluada la influencia del aditivo Quimibond Advance en las características de las MAC para el corredor vial del tramo Huánuco – La Unión 2023, puede concluirse que su influencia propicia mejoras significativas, corroborado con el análisis estadístico inferencial, en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente del tipo MAC - 2 para cementos asfálticos PEN 60/70, especialmente al ser incluido en una dosis óptima del 0.4 % según el peso del cemento asfáltico, el cual trabaja con un contenido óptimo de asfalto del 5.7 %, permitiendo la reducción del volumen de aire en la mezcla, aumento de la gravedad específica, de la relación estabilidad/flujo y adherencia de la mezcla estando dentro de los parámetros establecidos en la sección 423 del Manual de especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013).
2. Determinada la manera en la que el aditivo Quimibond Advance modifica las propiedades volumétricas de las MAC para el corredor vial del tramo Huánuco – La Unión 2023, se concluye que su inclusión en mezclas asfálticas con la dosis óptima de 0.4 % conduce a la modificación de las propiedades de estas mezclas reduciendo el volumen de vacíos con aire de un 3.87 % en la MAC sin aditivos a un 3.23 %, el volumen de asfalto efectivo de 5.20 % a 5.10 % para cada mezcla respectiva, los vacíos de agregado natural de 16.00 % a 15.17 % también para ambas mezclas comparadas, y aumentando significativamente los vacíos llenos de asfalto de 75.70 % a 78.83 %, habiendo además corroborado lo significativo de estos cambios tal como muestra el análisis estadístico inferencial realizado para cada propiedad adjuntado en la contrastación de la hipótesis específica “a”. Esto propicia mejores comportamientos de la mezcla, especialmente respecto a la durabilidad de la misma.
3. Establecido como el aditivo Quimibond Advance varía los parámetros del método Marshall de las MAC para el corredor vial del tramo Huánuco – La Unión 2023, se puede concluir que con la adición de la dosis óptima del 0.4 % respecto al peso del cemento asfáltico se ocasionan variaciones al compararse con la mezcla convencional en la estabilidad pasando de 1086

a 1174 kg, en el flujo de 3.67 a 3.03 mm, en la relación de estabilidad/flujo de 2966 a 3893 kg/cm, del peso específico máximo teórico de 2.476 a 2.469 g/cm³ y de la gravedad específica de 2.30 a 2.390 g/cm³ para cada mezcla respectivamente, sumado a ello fue comprobado que estos cambios son significativos desde un punto de vista estadístico tal como se exhibe en la contrastación de la hipótesis específica “b”. En general, estos resultados están dentro de los límites especificados por el MTC (2013), siendo positivos para su uso en la conformación de las capas de rodadura de pavimentos flexibles.

4. Determinada la manera en la que el aditivo Quimibond Advance varía la adherencia de las MAC para el corredor vial del tramo Huánuco – La Unión 2023, se concluye que las mezclas asfálticas con un contenido de un 0.4 % del aditivo en función al peso del asfalto presentan aumentos significativos tal como se expone en la contrastación de la hipótesis específica “c”, es así que la adherencia del agregado grueso – bitumen pasa de un valor de 96 % en la mezcla convencional a un 99 % en la mezcla mejorada con el contenido óptimo de aditivo, asimismo la adherencia de la mezcla de agregados – bitumen para las mismas mezclas pasa de un 96 % también a un 99 %, siendo resultados positivos que están dentro de lo establecido por el MTC (2013) para esta propiedad.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable el uso del aditivo Quimibond Advance en los procesos de fabricación de mezclas asfálticas en caliente, pues permiten la mejora de ciertas propiedades que en primera instancia pueden no cumplir con determinados requerimientos de las normas peruanas vigentes, como es el comportamiento ante la fatiga.
2. Se recomienda realizar nuevas investigaciones con el aditivo aplicado en la fabricación de mezclas de cemento asfáltico con PEN distinto a 60/70, a fin de determinar su funcionalidad en asfaltos de diferentes calidades.
3. Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar diferentes gradaciones granulométricas, es decir contar agregados de tamaños tanto mayores como menores a los utilizados en la presente tesis, orientándose a determinar el comportamiento del aditivo en las mezclas con distintas granulometrías, tamaños máximos y filler.
4. Asimismo, es recomendable probar la acción del aditivo Quimibond Advance en combinación con otros aditivos en mezclas asfálticas en caliente, para así poder comprobar la factibilidad de su uso en distintos escenarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials ASTM D2041/D2041M-19. (2019). *Método de prueba estándar para la densidad y la gravedad específica máxima teórica de las mezclas de asfalto*.
- ASTM. (2020). *Práctica estándar para la preparación de muestras de mezclas asfálticas utilizando un aparato Marshall*. Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.
- ASTM. (2022). *Método de prueba estándar para la densidad y la gravedad específica máxima teórica de las mezclas de asfalto*. Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (L. Gaona (ed.); Tercera Ed). Pearson Educación.
- Condezo, D. O., y Prado, G. D. (2020). Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo. En *Google Academico*.
- Espinoza, S. (2019). *Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco - 2018*. Universidad Nacional «Hermilio Valdizán» de Huánuco.
- Figuroa, A. S. (2015). *Investigación sobre el efecto del agua en el asfalto y su impacto en la mezcla asfáltica* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/33624/FiguroaInfanteAnaSofia2015.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Flores, S., y Monzón, Y. (2020). *Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad*”. Universidad Cesar Vallejo.
- Gargate, F., y Huamaní, J. (2018). *Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018*. Universidad César Vallejo.

- Garnica, P., Delgado, H., y Sandoval, C. (2005). *Análisis comparativo de los métodos de Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas* (Instituto Mexicano transporte (ed.)).
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt271.pdf>
- Guevara, M. R., Mendez, H. A., y Pimentel, J. C. (210d. C.). *“Diseño de mezclas asfálticas densas en frio basado en el método marshall modificado de la universidad de illinois”*. Universidad del Salvador.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Ed). Mac Graw Hill.
- Huamán, N. (2020). *Nuevas Técnicas de Tratamiento del Asfalto*. ESVAL.
<https://youtu.be/jcLVExQMlsg>
- Imata, alonso lester. (2020). Control de calidad de mezclas asfálticas en caliente y materiales bituminosos. En *Human Relations*.
- Jara, J., y Machado, S. (2020). *Análisis comparativo entre mezclas asfálticas en caliente modificadas con polialuminio y mezcla convencional*. Universidad Central del Ecuador.
- León, P. J. (2019). *Caracterización de agregados de dos minas para el diseño de mezcla asfáltica en caliente que cumplan con especificaciones del MTOP*. Proyecto [Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18434>
- Limón, P. (2011). *Aseguramiento de la calidad de las mezclas bituminosas mediante la aplicación del ensayo de módulo resiliente en el control de su ejecución* [Universitat Politècnica de Catalunya].
https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94782#.YQkjoEtz_bk.mendeley
- López, T. (2018). Efecto del envejecimiento y de la acción del agua en la fisuración de las mezclas asfálticas [Universitat Politècnica de Catalunya]. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*.
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/121007#.YQkiM--yDW4.mendeley>
- Lorenzo, A. (2020). *Uso de la fibra de cabuya para el análisis del*

comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente – 2019.
Universidad de Huánuco.

Martínez, A. H. (2000). *Aseguramiento de la calidad de mezclas bituminosas mediante la aplicación del ensayo de tracción indirecta en el control de su ejecución.* Universitat Politècnica de Catalunya.

Minaya, S., y Ordóñez, A. (2001). *Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos* (Número 2). Universidad Nacional de Ingeniería.

Minaya, S., y Ordóñez, A. (2006). *Diseño Moderno De Pavimentos Asfálticos. Instituto de la Construcción y Gerencia.(ICG), 2 edition, 487.*
file:///D:/descargas
julio.dic.2021/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA_DISEN.pdf

Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (U. C. de Colombia (ed.); 2°).

MTC. (2013). *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* (Tomo I). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales* (pp. 1-1269). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Pérez, P. J. (2017). *Diseño de una Mezcla Asfáltica por el Método Marshall, Efectuando Variaciones del Tamaño Máximo Nominal para una Granulometría Controlada* [Universidad de San Carlos de Guatemala].
<http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6ARTÍCULO-III-INDESA-SIE.pdf>

QSI. (2022). *Mejorador de adherencia QUIMIBOND.*

Regalado, D. J., y Regalado, E. G. (2018). *Influencia de la zeolita en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente mediante la metodología Marshall* [Universidad Señor de Sipán].
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5210#.YS00JxGbuhI>
.mendeley

Rodrigo, S. (2020). *“Daño por Humedad en Pavimentos Asfálticos”.*
<https://downscribd.com/document/519109699/Dano-Por-Humedad-en->

Mezclas-Asfálticas

- Tacca, C. R. (2018). “ *Influencia De Los Aditivos Mejoradores De Adherencia En El Diseño Marshall De Mezclas Asfálticas En Caliente Compuestas Por Agregados De La Cantera «Taya Taya», San Román – Puno* ” . [UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ]. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1690>
- Vasquez, R., Vasquez, W., y Muñoz, S. (2021). Uso de aditivos adherentes en el diseño de mezclas asfálticas en caliente: Una revisión. *Revista Gaceta Técnica*, 22(1), 66-78. <https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18901.55520>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Valdizan Bonilla, W. (2024). *El aditivo quimibond advance en los parámetros del ensayo marshall (mac 2 – pen 60/70) del corredor vial tramo: Huánuco – La Unión - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1
RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 987-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 23 de Agosto de 2021

Visto, el Oficio N° 632-2021-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 308997-0000003368, del Bach. **Wilder, VALDIZAN BONILLA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 308997-0000003368, presentado por el (la) Bach. **Wilder, VALDIZAN BONILLA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Luis Geronimo Lira Camargo, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Wilder, VALDIZAN BONILLA**, al Mg. Luis Geronimo Lira Camargo, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Firma]
Ing. Ethel Johana Monzon Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Firma]
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – Interesado – Archivo.

ANEXO 2
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1043-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 08 de mayo de 2023

Visto, el Oficio N° 733-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **Wilder VALDIZAN BONILLA**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 987-2021-D-FI-UDH, de fecha 23 de agosto de 2021, perteneciente a la Bach. **Wilder VALDIZAN BONILLA** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Luis Geronimo Lira Camargo, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 733-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **Wilder VALDIZAN BONILLA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Carlos Antonio Torres Ponce (Secretario) y Mg. Miguel Angel Cruz Venancio (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **Wilder VALDIZAN BONILLA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johany Manzano Lozano
SECRETARÍA FACULTAD



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANATO DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/ntn.

ANEXO 3
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Huánuco - La Unión - 2023?	60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión – 2023.	c) El aditivo Quimibond Advance varía significativamente la adherencia entre los agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023.	agregado betumen	- a medir cada una de las propiedades volumétricas, del diseño Marshall y la adherencia.
c) ¿De qué manera el aditivo Quimibond Advance varía la adherencia entre agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión - 2023?	c) Determinar de qué manera el aditivo Quimibond Advance varía la adherencia entre agregados de la mezcla asfáltica en caliente (MAC - 2 con PEN 60/70) para el corredor vial tramo: Huánuco - La Unión – 2023.			

ANEXO 4
INSTRUMENTO UTILIZADO EN LA EJECUCIÓN DE LA TESIS

Expediente	20433
Solicitante	CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección	CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO
Instrumento de medición	EQUIVALENTE DE ARENA
Alcance de Indicación	15 "
Div. de escala (Resoluc.)	0,1"
Marca (o Fabricante)	FORNEY
Modelo	LA 3551
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	USA
Identificación	NO INDICA
Ubicación del equipo	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 2+700 LADO IZQUIERDO
Fecha de Calibración	2022-10-05
Método de Calibración	

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó por comparación directa y tomando como referencia lo descrito en la norma ASTM D 2419

Trazabilidad

Se utilizaron patrones con trazabilidad al SI, calibrados en el INACAL – SNM con certificado de calibración LLA-C-016-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 23.6 °C ; Humedad relativa prom. 42 HR%

Sello



Fecha de emisión

2022-10-10

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

[Firma]
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com

jesus.quinto@cemind.com

ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Resultado de Medición

Cilindro Graduado de Plástico

Identificación : 1
Diámetro interior : 32.00 mm
Altura : 17.0 pulgadas
Base cuadrada : 102.0 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Identificación : 2
Diámetro interior : 32.07 mm
Altura : 17.0 pulgadas
Base cuadrada : 101.9 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Identificación : 3
Diámetro interior : 32.41 mm
Altura : 17.00 pulgadas
Base cuadrada : 101.9 mm
Graduación : 0.1 pulgada

Identificación : 4
Diámetro interior : 32.08 mm
Altura : 17.01 pulgadas
Base cuadrada : 102.1 mm
Graduación : 0.1 pulgada

Pizón de lectura:

Longitud : 491,61 mm
Masa : 1001,3 g

Tolerancias según norma

Diámetro interior : 31.369 mm a 32.131 mm
Altura : 431.8 mm
Base cuadrada : 101.6 x 101.6 x 12.7 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Tubo 1 y 2 se encontró en km 2+700; Tubo 3 y 4 se encontró en km 12+900.

Fin del documento.

Expediente	20433	documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Solicitante	CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION	
Dirección	CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO	
Equipo	MÁQUINA DE LOS ÁNGELES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Marca (o Fabricante)	GREEN LIGHT	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	107	
Procedencia	PERÚ	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Código	NO INDICA	
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUÁNUCO - LA UNIÓN) KM 2+700 LADO IZQUIERDO	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2022-10-06	

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación utilizando como referencia el método descrito en la NTC-98

Trazabilidad

Se utilizaron patrones con trazabilidad al SI, calibrados en el SNM-INDECOPI, con certificados de calibración: Ts-0276-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 27.5 °C ; Humedad relativa prom. 34 HR%

Sello



Fecha de emisión

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Resultado de Medición

Determinación de la RPM del equipo

Nº	RPM Equipo
1	32.0
2	32.0
3	32.0
4	32.0
5	33.0
6	32.0
7	32.0
8	32.0
9	32.0
10	32.0
Promedio	32.1
Incertidumbre	0.5

Determinación del peso y dimensiones de las esferas.

Nº	Peso (g) 390 g - 445 g	Diámetro 1 mm	Diámetro 2 mm	Promedio (mm) 46.8 mm
1	412	46.6	46.5	46.54
2	412	46.5	46.5	46.52
3	412	46.5	46.6	46.58
4	412	46.5	46.6	46.55
5	412	46.6	46.5	46.56
6	412	46.6	46.6	46.61
7	412	46.6	46.6	46.61
8	412	46.6	46.6	46.61
9	412	46.5	46.6	46.57
10	412	46.6	46.6	46.59
11	412	46.6	46.6	46.59
12	412	46.6	46.6	46.61
Masa total	4943.6	5000 g ± 25 g		

Máxima incertidumbre (peso) = 1g; máxima incertidumbre (diámetro)= 0.02mm

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.



CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

20. Movimiento del deslizador usando la palanca

Lectura inicial: 22,71 mm 22,74 mm
Lectura final: 13,22 mm 13,22 mm
Diferencia: 9,49 mm 9,52 mm

21. Movimiento total del deslizador

Lectura inicial: 22,73 mm 22,76 mm
Lectura final: 5,57 mm 5,54 mm
Diferencia: 17,16 mm 17,22 mm

22. Oscilación del pie paralelo a la base (± 0.5 mm)

Izquierda: 29,00 mm
Derecha: 29,00 mm
Diferencia: 0,00 mm

23. Oscilación del pie paralelo a la base (± 0.5 mm)

Izquierda: 39,00 mm
Derecha: 39,00 mm
Diferencia: 0,00 mm

24. Verifique el funcionamiento del gancho

Observaciones: Ninguna

Ajuste normal

25. verifique que la aguja llega a cero.

Observaciones: Ninguna

Ajuste normal

26. Verifique el ángulo de la goma ($26 \pm 2^\circ$)

Ángulo: 26,0°

27. Posición de la aguja para recordar.

Lectura de la escala: 118

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento.

Expediente 20433

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP
CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB.
CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO
PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Instrumento de medición CENTRÍFUGA PARA LAVADO ASFÁLTICO

Marca (o Fabricante) PERUTEST SAC

Modelo NO INDICA

Número de Serie 1003

Procedencia PERU

Código NO INDICA

Alcance de indicación 0 – 3600 RPM

Div. De Escala (resolución) 1 rpm

Ubicación del Equipo LABORATORIO DE ASFALTO

Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUANUCO - LA UNIÓN) KM 12 + 900 LADO
IZQUIERDO

Fecha de Calibración 2022-10-06

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación utilizando como referencia el método descrito en la NTC-98

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.4	23.4
Humedad % H.R.	52	52

Sello



Fecha de emisión

2022-10-12

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
S802420	Tacómetro	Ts-0276-2021
PT-TE-05	Termohigrómetro	T-3787-2021

Resultado de Medición

Indicación del equipo	Promedio de revoluciones RPM	Incertidumbre de Medición RPM
3600	3593.6	0.5

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.

Expediente 20433
Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP
Dirección CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
 CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB.
 CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO
 PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO
Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado PRENSA MARSHALL
Alcance de Indicación 5000 Kgf
Marca (o Fabricante) FORNEY
Modelo 7690F
Número de Serie 3047
Identificación NO INDICA
Procedencia USA
Indicador de Lectura INDICADOR DIGITAL
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Alcance de Indicación 0 Kgf A 5000 Kgf
Resolución 0.1 Kgf
Transductor de Fuerza TRANSDUCTOR
Alcance de Indicación 5000 Kgf
Marca (o Fabricante) ZEMIC
Modelo H3-C3-5.0t-6B
Número de Serie 5.0t VC146168
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Fecha de Calibración 2022-10-06
Ubic. Del Equipo LABORATORIO DE ASFALTO
Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUANUCO - LA UNIÓN) KM 12 + 900 LADO IZQUIERDO

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2022-10-12

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 , Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado en la universidad Católica del Perú

Con Certificado N° INF-LE N° 011-22 B

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	521	525.0	525.3	525.7	525.3	-0.8	0.1	0.37
20	890	897.0	898.1	898.4	897.8	-0.9	0.2	0.30
30	1115	1125.4	1124.9	1125.2	1125.2	-0.9	0.0	0.27
40	1423	1435.4	1435.9	1435.8	1435.7	-0.9	0.0	0.26
50	1745	1760.0	1760.6	1760.4	1760.3	-0.9	0.0	0.25
60	2083	2100.0	2100.8	2100.5	2100.4	-0.8	0.0	0.25
70	2323	2344.0	2345.1	2344.9	2344.7	-0.9	0.0	0.25
80	2900	2927.0	2928.3	2927.8	2927.7	-0.9	0.0	0.25
90	3282	3311.0	3312.5	3311.9	3311.8	-0.9	0.0	0.25
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 26,9°C ; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20 % y el 90 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.



CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de longitud

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	DIAL ANALÓGICO
Marca / Fabricante	INSIZE
Modelo	NO INDICA
Serie	3416869
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Alcance de indicación	30 mm
División de escala / resolución (d)	0.01 mm
Procedencia	NO INDICA
Instrumento patrón	LLA-C-016-2021, T-3787-2021

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 2+700 LADO IZQUIERDO

Fecha de calibración 2022-10-05

Sello**Fecha de emisión****Jefe del laboratorio de calibración**

2022-10-11

CEM INDUSTRIAL
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

El método usado para la calibración es por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento de calibración de comparadores de cuadrante" 2da. Ed. Diciembre 2001. Indecopi SNM

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Nacional de Unidades de Medida (SI).

Condiciones de calibración

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24.7 °C	24.7 °C
HUMEDAD RELATIVA	40 %	40 %

Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (fe)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
1	1.01	0.01
3	3.01	0.01
5	5.01	0.01
8	8.01	0.01
10	10.00	0.00
13	13.01	0.01
15	15.01	0.01
18	18.02	0.02
20	20.00	0.00
23	23.01	0.01

Alcance del error de indicación (fe) : 0.02 mm
Incertidumbre del error de indicación : ± 0.02 mm (para k=2)

ERROR DE REPETIBILIDAD (fw)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
18	18.02	0.02
	18.02	0.02
	18.02	0.02
	18.02	0.02
	18.02	0.02

Alcance del error de indicación (fw) : 0.02 mm
Incertidumbre del error de indicación : ± 0.02 mm (para k=2)

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

FIN DE DOCUMENTO



Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de longitud

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	DIAL ANALÓGICO
Marca / Fabricante	INSIZE
Modelo	NO INDICA
Serie	3416745
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Alcance de indicación	30 mm
División de escala / resolución (d)	0.01 mm
Procedencia	NO INDICA
Instrumento patrón	LLA-C-016-2021, T-3787-2021

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 2+700 LADO IZQUIERDO

Fecha de calibración 2022-10-05

Sello**Fecha de emisión**

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración**CEM INDUSTRIAL**
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

El método usado para la calibración es por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento de calibración de comparadores de cuadrante" 2da. Ed. Diciembre 2001. Indecopi SNM

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Nacional de Unidades de Medida (SI).

Condiciones de calibración

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24.3 °C	24.3 °C
HUMEDAD RELATIVA	40 %	40 %

Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (fe)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
1	1.00	0.00
3	3.01	0.01
5	5.01	0.01
8	8.02	0.02
10	10.00	0.00
13	13.01	0.01
15	15.01	0.01
18	18.02	0.02
20	20.00	0.00
23	23.01	0.01

Alcance del error de indicación (fe) : 0.02 mm
Incertidumbre del error de indicación : ± 0.02 mm (para k=2)

ERROR DE REPETIBILIDAD (fw)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
8	8.02	0.02
	8.02	0.02
	8.02	0.02
	8.02	0.02
	8.02	0.02

Alcance del error de indicación (fw) : 0.02 mm
Incertidumbre del error de indicación : ± 0.02 mm (para k=2)

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

FIN DE DOCUMENTO



Expediente 20433

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP
CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A
LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA -
SAN ISIDRO

Instrumento de medición EQUIPO PARA ENSAYOS DE CHATAS Y
ALARGADAS

Marca (o Fabricante) PERUTEST

Modelo NO INDICA

Número de Serie 105

Procedencia PERÚ

Identificación NO INDICA

Tipo ANALÓGICO

Alcance 2,3,4,5

Ubicación del equipo LABORATORIO DE ASFALTO

Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900
LADO IZQ

Fecha de Calibración 2022-10-06

Método de Calibración

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrados.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Sello



Fecha de emisión

2022-10-10

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Patrones utilizados:

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
100150	BLOQUES PATRÓN	LLA-C-016-2021

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	26.9	26.9
Humedad %H.R.	36	36

Resultado de Medición

Lado largo mm	Lado corto mm	Relación Promedio mm	Relación Teórica	Incertidumbre mm
31.6	15.5	2.0	2.0	0.02
48.0	15.5	3.1	3.0	0.02
64.8	15.9	4.1	4.0	0.02
90.1	17.7	5.1	5.0	0.02

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento.

Expediente	20433	
Solicitante	CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU	
Dirección	CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO	
Instrumento de medición	PIE DE REY (VERNIER)	
Alcance de Indicación	200 mm / 8 in	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Div. de escala (Resoluc.)	1 mm / 1/16 in	
Tipo de Indicación	ANALÓGICA	
Marca (o Fabricante)	MITUTOYO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	17813853	
Procedencia	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Identificación	NO INDICA	
Ubicación del equipo	LABORATORIO DE ASFALTO	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO	
Fecha de Calibración	2022-10-06	
Método de Calibración	La calibración se realizó por comparación directa según el PC-012, 2da. Ed., "Procedimiento Para la Calibración de Pie de Rey".	
Trazabilidad	Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).	
Patrones utilizados:	LLA-C-015-2021, LLA-C-016-2021, T-3787-2021.	

Sello



Fecha de emisión

2022-10-10

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO

Condiciones de Calibración

Temperatura Ambiental : Inicial : 26.2 °C Final : 24.9 °C
 Humedad Relativa : Inicial : 42 HR% Final : 42 HR%

Resultados

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR (um)
0	0.00	0
20	20.00	0
50	50.00	0
100	100.00	0
150	150.00	0
200	200.00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) (um)
100	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) (um)
100	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (SE-I)(um)
10	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (SE-P)(um)
10	0



VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) (um)
10	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (um)
10	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (um)
5	0

Incertidumbre de medición : $[10.20^2 + 0.02^2 \cdot L^2]^{1/2}$ um

L: INDICACIÓN DEL PIE DE REY EXPRESADO EN MILÍMETROS

PARA L = 150 mm; U= 10 um

Observaciones

Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

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

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (SE-I)

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad=Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P)



Fin del documento.

Expediente 20433

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Instrumento de medición CASUELA

Marca (o Fabricante) FORNEY

Modelo LA-3700

Número de Serie 214

Procedencia USA

Código NO INDICA

Ubicación del Equipo LABORATORIO DE ASFALTO

Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQ

Fecha de Calibración 2022-10-06

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LLA-C-016-2021; T-3787-2021

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 26.1 °C ; Humedad relativa prom. 39 HR%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello



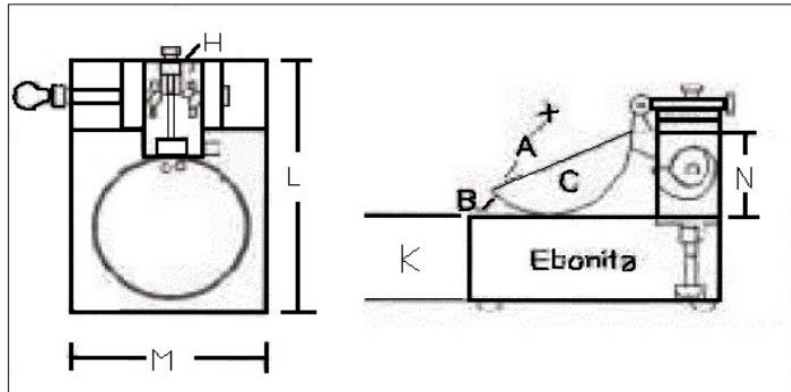
Fecha de emisión

2022-10-10

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



Dimensiones MTC E -110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2.0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0.1	1	1.5	5	5	5

Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54.5	2.0	26.5	46.0	50.7	150.2	124.9
Incertidumbre (mm)	0.5	0.05	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6

RANURADOR mm	Promedio de Mediciones mm	Incertidumbre de Medición mm
Calibrador (10 ± 0.2)	10.02	0.1
Borde cortante (2 ± 0.1)	2.30	0.1

Fin de documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-168-2022

Expediente : 20433

Página 1 de 2

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de longitud

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	DIAL ANALÓGICO
Marca / Fabricante	CDI CHICAGO
Modelo	26105C-SB
Serie	152886673
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Alcance de indicación	1 "
División de escala / resolución (d)	0.01"
Procedencia	USA
Instrumento patrón	LLA-C-016-2021, T-3787-2021

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 2 + 700 LADO IZQUIERDO

Fecha de calibración 2022-10-06

Sello



Fecha de emisión

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

El método usado para la calibración es por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento de calibración de comparadores de cuadrante" 2da. Ed. Diciembre 2001. Indecopi SNM

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Nacional de Unidades de Medida (SI).

Condiciones de calibración

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	33.0 °C	33.0 °C
HUMEDAD RELATIVA	34 %	34 %

Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (fe)

VALOR PATRÓN (mm)	VALOR PATRÓN (in)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (in)	ERROR DE INDICACIÓN (in)
1	0.039	0.040	0.001
3	0.118	0.119	0.001
5	0.197	0.198	0.001
8	0.315	0.316	0.001
10	0.394	0.394	0.000
13	0.512	0.513	0.000
15	0.591	0.591	0.000
18	0.709	0.710	0.001
20	0.787	0.787	0.000
23	0.905	0.906	0.001

Alcance del error de indicación (fe) : 0.001 "

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.002 " (para k=2)

ERROR DE REPETIBILIDAD (fw)

VALOR PATRÓN (in)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (in)	ERROR DE INDICACIÓN (in)
0.039	0.040	0.001
	0.040	0.001
	0.040	0.001
	0.040	0.001
	0.040	0.001

Alcance del error de indicación (fw) : 0.001 "

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.002 " (para k=2)

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

FIN DE DOCUMENTO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-234-2022

Expediente: 20433

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	PERUTEST	
Modelo	MH-200	
Serie	1039(K21-004)	
Identificación	K21-004	
Alcance de indicación	200	g
División de escala / resolución (d)	0,01	g
División de verificación de escala (e)	0,1	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,2	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo Laboratorio de Suelo y Concreto
Lugar de calibración Tramo 1 (Huanuco – La Unión) Km 2+700 Lado Izquierdo
Fecha de calibración 2022-10-05

Sello



Fecha de emisión

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
Telef.: 958009776 / 958009777

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,8 °C	34,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	30 %	21 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 4 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{1,83E-04 + 5,95E-08} R^2$$

$$U(200) = 0,101 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (4,04E-05) R$$

$$R_{\text{corregido}} = 199,98 \text{ g}$$



INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N.º	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
	Inicial	Final		Inicial	Final	
	25,8 °C	35,2 °C		30 %	21 %	
	Carga L1 = 100 g			Carga L2 = 200 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100,00	0,009	-0,004	200,00	0,009	-0,004
2	99,99	0,008	-0,013	200,02	0,008	0,017
3	100,00	0,008	-0,003	200,00	0,008	-0,003
4	100,01	0,008	0,007	200,02	0,007	0,018
5	100,01	0,007	0,008	200,01	0,006	0,009
6	99,99	0,006	-0,011	200,02	0,007	0,018
7	100,00	0,007	-0,002	200,02	0,008	0,017
8	100,00	0,007	-0,002	200,02	0,009	0,016
9	100,00	0,007	-0,002	199,99	0,007	-0,012
10	99,98	0,007	-0,022	199,99	0,006	-0,011
	EMP = 0,2 g			EMP = 0,2 g		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

posición de cargas

3 1 4			2 5		
TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
Inicial			Final		
35,2 °C			21 %		
Determination de Eo			Determination de Ec		
Posición	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Ec (g)
1	0,10	0,10	0,00	0,00	0,02
2		0,11	0,00	0,01	-0,02
3		0,09	0,00	-0,01	0,00
4		0,11	0,01	0,01	-0,02
5		0,11	0,01	0,01	-0,03
		EMP = 0,2 g			

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA			EMP (g)
	Inicial	Final		Inicial	Final		
	35,2 °C	34,9 °C		21 %	21 %		
	CRECIENTES			DECRECIENTES			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
0,1	0,11	0,009	0,006	0,21	0,007	0,008	0,1
0,2	0,22	0,008	0,017	0,03	0,005	0,030	0,1
4	4,02	0,008	0,017	10,01	0,006	0,009	0,1
10	10,02	0,008	0,017	20,03	0,007	0,028	0,1
20	20,03	0,007	0,028	40,02	0,008	0,017	0,1
40	39,99	0,006	-0,011	60,03	0,005	0,030	0,2
60	60,00	0,007	-0,002	100,04	0,006	0,039	0,2
100	100,02	0,007	0,018	120,03	0,004	0,031	0,2
120	120,03	0,007	0,028	150,01	0,008	0,007	0,2
150	150,02	0,007	0,018	200,02	0,006	0,019	0,2
200	200,02	0,006	0,019				

*Valor de la carga mínima



FIN DEL DOCUMENTO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
Telef.: 958009776 / 958009777



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LP-083-2022

Laboratorio de Presión

Pág. 1 de 2

Expediente 20433
Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO
Instrumento de Medición OLLA WASHINGTON
Alcance de Indicación 0 PSI a 15 PSI
División de escala 5 PSI
Clase de exactitud NO INDICA
Diámetro de Rosca 1/4 "
Diámetro de Caja 111 mm
Posición de Trabajo 45 °
Marca FORNEY
Número de Serie 00971
Modelo NO INDICA
Procedencia USA
Fecha de Calibración 2022-10-05
Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUÁNUCO- LA UNIÓN) KM 2 + 700 LADO IZQUIERDO.

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC -004, 2da. Ed., "Procedimiento de Calibración de Manómetro, Vacuómetro y Manovacuumetros de Deformación Elástica" del SNM-INDECOPI.

Sello



Fecha de emisión

2022-10-12

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados.

LFP-262-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 31 °C ; Final : 31.1 °C

Humedad Relativa ambiental: Inicial: 35 HR% Final : 35 HR%

Resultados de Medición

Indicación Manómetro a Calibrar	Indicación Manómetro Patrón		Error		
			de Indicación		de Histeresis
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	5.1	5.1	-0.1	-0.1	0.0
10.0	10.1	10.0	-0.1	0.0	0.1
15.0	15.1	15.1	-0.1	-0.1	0.0

Máximo Error Absoluto de Indicación	0.1 %
Máximo Error Absoluto de Histeresis	0.1 %
Incertidumbre de Medición	0.4 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Línea de inicio: 3.
- El manómetro tiene grabado dc ca aa y S/N 230 en su parte posterior.

Fin del documento.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LP-084-2022

Laboratorio de Presión

Pág. 1 de 2

Expediente	20433
Solicitante	CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección	CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO
Instrumento de Medición	VACUÓMETRO DE BOMBA DE VACÍO
Alcance de Indicación	0 Bar a -1 Bar
División de escala	0.02 Bar
Clase de exactitud	NO INDICA
Diámetro de Rosca	1/4 "
Diámetro de Caja	62.45 mm
Posición de Trabajo	VERTICAL
Marca	WINTERS
Número de Serie	Z3267
Modelo	NO INDICA
Código de Identificación	NO INDICA
Procedencia	CANADA
Fecha de Calibración	2022-10-06
Ubicación del equipo	LABORATORIO DE ASFALTO
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12 + 900 LADO IZQUIERDO

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC -004, 2da. Ed., "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Medición de Presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05% F.S.

Sello



Fecha de emisión

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
Telef.: 958009776 / 958009777

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LFP-262-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 24.3 °C ; Final : 24.6 °C

Humedad Relativa ambiental: Inicial: 45 HR% Final : 45 HR%

Resultados de Medición

Indicación Manómetro a Calibrar	Indicación Manómetro Patrón		Error		
			de Indicación		de Histéresis
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	
(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.2	-0.19	-0.18	-0.01	-0.02	-0.01
-0.4	-0.39	-0.39	-0.01	-0.01	0.00
-0.6	-0.59	-0.60	-0.01	0.00	0.01
-0.8	-0.79	-0.79	-0.01	-0.01	0.00

Máximo Error Absoluto de Indicación	0.01 Bar
Máximo Error Absoluto de Histéresis	0.01 Bar
Incertidumbre de Medición	0.02 Bar

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LT-125-2022

Expediente : 20433

Página 1 de 2

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de termometría

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de medición	TERMÓMETRO ANALÓGICO
Marca / Fabricante	WEINN
Modelo	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
Serie	281
Identificación	NO INDICA
Alcance	10 °C a 200 °C
Resolución	2 °C
Procedencia	NO INDICA

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 2+700 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2022-10-06

Sello



Fecha de emisión

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

El método usado para la calibración es por comparación directa según el INDECOPI-SNM PC-017, "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales" (2da edición – Diciembre, 2012)

Condiciones de calibración

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	28.1 °C	27.6 °C
HUMEDAD RELATIVA	29 %	31 %

Tiempo de estabilización no menor a
Profundidad de inmersión del sensor

10 minutos
13 cm

Patrones utilizados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Resultados

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
60.0	59.4	-0.6	0.1

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{Corrección}$$

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95%.

Fin del documento



Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de termometría

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de medición	TERMÓMETRO ANALÓGICO
Marca / Fabricante	WEINN
Modelo	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
Serie	282
Identificación	NO INDICA
Alcance	10 °C a 200 °C
Resolución	2 °C
Procedencia	NO INDICA

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 2+700 LADO IZQUIERDO

Fecha de calibración 2022-10-06

Sello**Fecha de emisión**

2022-10-11

Jefe del laboratorio de calibración**CEM INDUSTRIAL**
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

El método usado para la calibración es por comparación directa según el INDECOPI-SNM PC-017, "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales" (2da edición – Diciembre, 2012)

Condiciones de calibración

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	28.1 °C	27.6 °C
HUMEDAD RELATIVA	29 %	31 %

Tiempo de estabilización no menor a
Profundidad de inmersión del sensor

10 minutos
13 cm

Patrones utilizados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Resultados

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
59.0	59.4	0.4	0.1

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{Corrección}$$

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95%.



Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LT-131-2022

Expediente 20433

Página 1 de 5

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de temperatura

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	HORNO ELÉCTRICO
Marca / Fabricante	PERUTEST
Modelo	PT-H200
Serie	302
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Instrumento de medición	Termómetro con Indicación Digital
Marca / Fabricante	AUTCOMP
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	0 °C a 250 °C
Resolución	0.1 °C
Identificación	NO INDICA
Selectores	Controlador digital
Marca / Fabricante	AUTCOMP
Modelo	TCD
Alcance	0 °C a 250 °C
Resolución	0.1 °C

Ubicación del equipo LABORATORIO DE ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2022-10-06

Sello **Fecha de emisión** **Jefe del laboratorio de calibración**



2022-10-13

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20.8 °C	30.2 °C
HUMEDAD RELATIVA	58 %	54 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Puntos de calibración

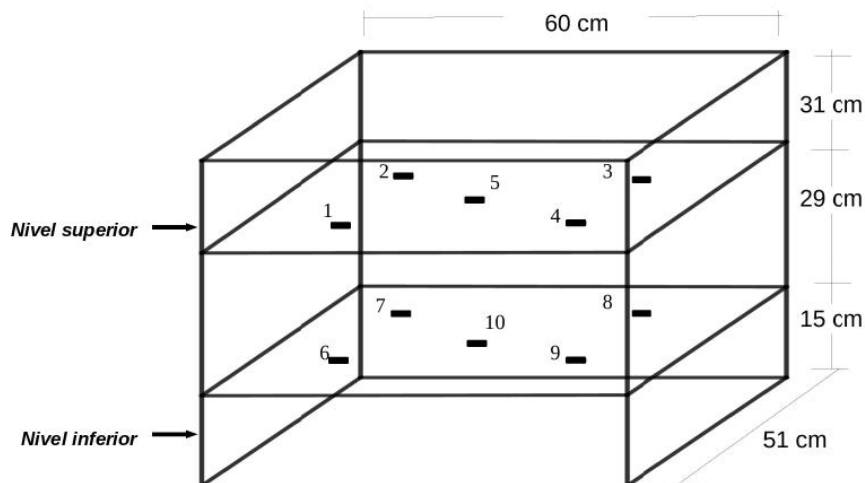
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parillas.

Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes 5 cm del frente y fondo del horno respectivamente.

Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro o estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	110.4	113.1	110.1	109.5	110.5	110.5	114.0	112.0	109.6	112.1	111.2	4.5
2	110	109.2	112.0	109.1	108.4	109.3	109.3	112.5	110.9	108.6	111.0	110.0	4.1
4	110	109.0	111.9	109.0	108.4	109.4	109.1	112.2	110.5	108.4	110.8	109.9	3.8
6	110	109.7	112.7	110.0	109.2	109.9	109.6	113.2	111.3	108.9	111.2	110.6	4.3
8	110	110.7	113.5	110.5	110.1	110.8	110.7	114.4	112.3	109.7	112.2	111.5	4.7
10	110	110.5	113.2	110.1	109.5	110.4	110.4	114.0	112.3	109.7	112.2	111.2	4.5
12	110	109.2	112.0	108.9	108.3	109.4	109.3	112.7	110.8	108.6	111.2	110.0	4.4
14	110	109.1	112.0	109.1	108.5	109.3	109.1	112.1	110.6	108.4	110.8	109.9	3.7
16	110	110.4	113.1	110.2	109.9	110.3	110.1	113.8	111.6	109.3	111.7	111.0	4.5
18	110	110.2	112.9	109.8	109.2	110.1	110.2	113.4	111.9	109.3	111.8	110.9	4.2
20	110	109.2	112.1	109.1	108.5	109.4	109.3	112.5	110.8	108.6	111.0	110.1	4.0
22	110	109.6	112.3	109.7	109.1	109.7	109.4	112.7	111.0	108.6	111.0	110.3	4.1
24	110	109.9	112.8	109.9	109.6	110.1	109.9	113.3	111.6	109.1	111.4	110.8	4.2
26	110	110.9	113.5	110.6	110.2	111.0	110.8	114.5	112.6	109.9	112.3	111.6	4.6
28	110	110.1	112.9	109.7	109.2	110.2	110.2	113.5	111.8	109.3	111.9	110.9	4.3
30	110	109.3	112.2	109.3	108.8	109.4	109.4	112.5	111.0	108.7	111.0	110.2	3.8
32	110	109.9	112.7	109.9	109.3	109.9	109.6	113.1	111.5	108.9	111.3	110.6	4.2
34	110	110.4	113.2	110.4	109.9	110.4	110.2	113.7	111.9	109.5	112.6	111.2	4.2
36	110	110.8	113.4	110.4	110.0	110.5	110.6	114.4	112.4	109.7	112.3	111.5	4.7
38	110	109.5	112.4	109.3	108.8	109.7	109.6	112.9	111.2	108.8	111.3	110.4	4.1
40	110	109.4	112.3	109.4	108.8	109.6	109.4	112.4	111.0	108.6	111.0	110.2	3.8
42	110	110.2	113.2	110.2	109.8	110.5	110.0	113.4	112.1	109.1	111.6	111.0	4.3
44	110	110.5	113.5	110.4	109.9	110.7	110.8	114.1	112.4	109.6	112.3	111.4	4.5
46	110	109.6	112.3	109.4	108.8	109.7	109.7	113.0	111.2	108.9	111.4	110.4	4.2
48	110	110.0	112.9	110.0	109.5	110.0	109.7	113.2	111.8	109.1	111.3	110.8	4.1
50	110	110.7	113.6	110.7	110.2	110.7	110.6	114.2	112.3	109.7	112.2	111.5	4.5
52	110	110.4	112.9	110.0	109.3	110.2	110.3	113.9	111.8	109.5	112.0	111.0	4.6
54	110	110.7	113.4	110.5	110.2	110.8	110.7	114.3	112.4	109.8	112.3	111.5	4.5
56	110	109.5	112.2	109.2	108.7	109.5	109.5	112.9	110.8	108.9	111.2	110.2	4.2
58	110	109.3	112.3	109.3	108.8	109.6	109.2	112.4	110.5	108.7	111.0	110.1	3.7
60	110	109.7	112.8	110.0	109.4	110.2	109.6	112.9	111.4	109.0	111.4	110.8	4.2
T. PROM	110.0	109.9	112.8	109.8	109.3	110.0	109.9	113.3	111.5	109.1	111.6	110.7	4.2
T. MAX	110.0	110.9	113.6	110.7	110.2	111.0	110.8	114.5	112.6	109.9	112.6	111.6	4.6
T. MIN	110.0	109.0	111.9	108.9	108.3	109.3	109.1	112.1	110.5	108.4	110.8	110.0	3.7
DTT	110.0	1.9	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	2.4	2.1	1.5	1.8	1.8	4.2



CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	114.5	0.3
Mínima temperatura medida	108.3	0.3
Desviación de temperatura en el tiempo	2.4	0.1
Desviación de temperatura en el espacio	4.2	0.3
Estabilidad medida ($\pm$)	1.20	0.04
Uniformidad medida	4.7	0.3

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.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

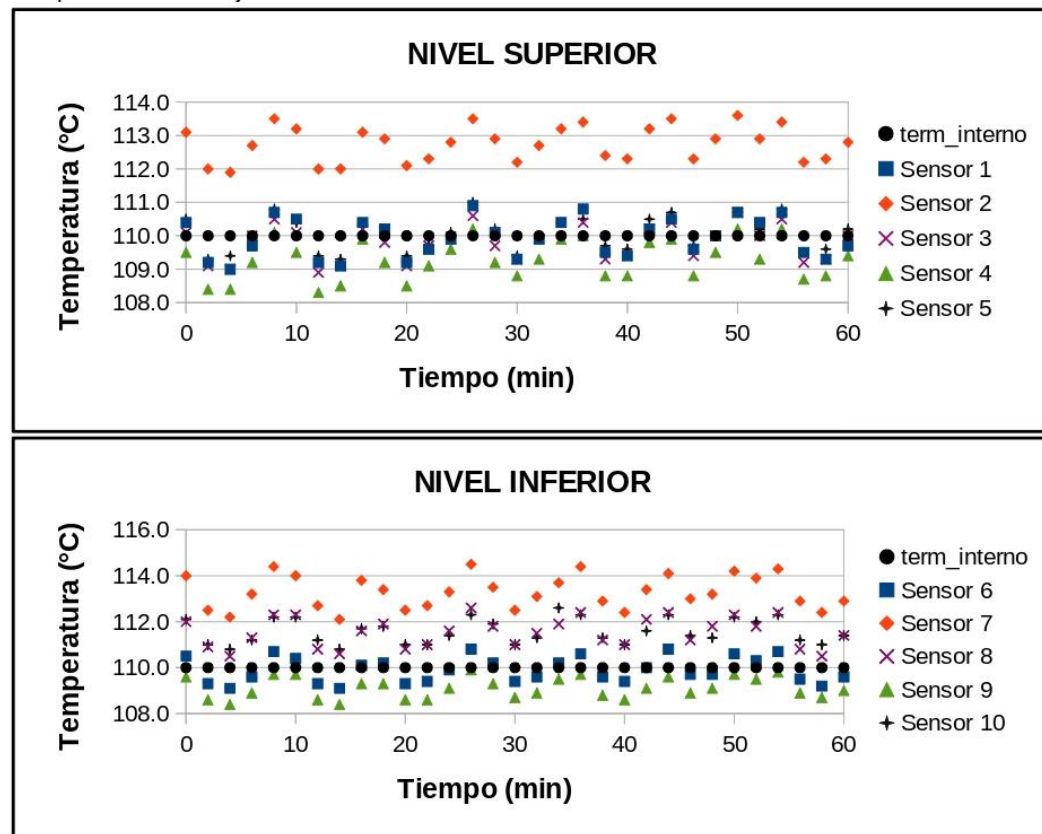
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.



Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.



Fin del documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LT-132-2022

Expediente 20433

Página 1 de 5

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Laboratorio de temperatura

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	BAÑO MARIA
Marca / Fabricante	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Instrumento de medición	Termómetro con Indicación Digital
Marca / Fabricante	AUTONICS
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	0 °C a 200 °C
Resolución	1 °C
Identificación	0
Selecto	Controlador digital
Marca / Fabricante	AUTONICS
Modelo	TCN4S
Alcance	0 °C a 200 °C
Resolución	1 °C

Ubicación del equipo LABORATORIO DE ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2022-10-06

Sello **Fecha de emisión** **Jefe del laboratorio de calibración**



2022-10-13

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	27.7 °C	26.1 °C
HUMEDAD RELATIVA	31 %	35 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Puntos de calibración

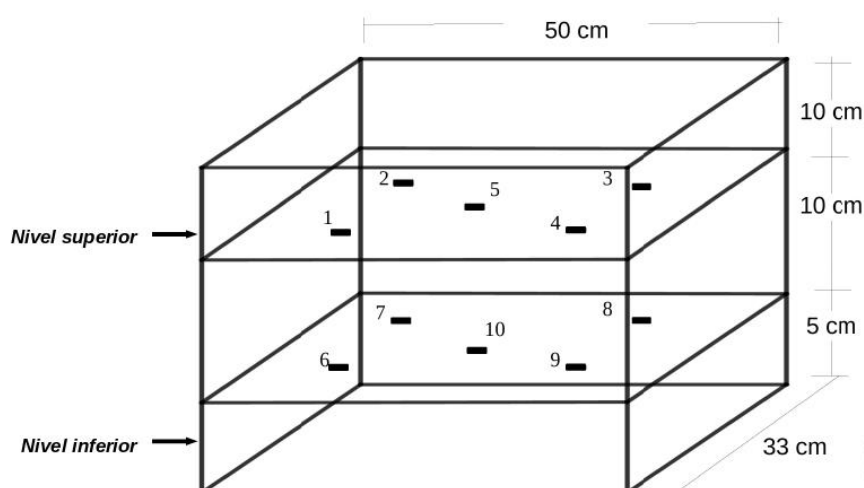
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parillas.

Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes 4 cm del frente y fondo del horno respectivamente.

Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro o estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	60	59.5	59.2	59.8	58.9	59.3	59.5	59.2	58.7	59.9	59.8	59.4	1.2
2	60	59.5	59.1	59.8	58.9	59.3	59.5	59.1	58.8	59.9	59.7	59.4	1.1
4	60	59.5	59.2	59.1	58.9	59.3	59.4	59.1	58.8	59.9	59.7	59.3	1.1
6	60	59.3	59.0	59.7	58.9	59.3	59.3	59.0	58.7	59.7	59.7	59.3	1.0
8	60	59.1	59.0	59.7	58.9	59.2	59.2	59.0	58.6	59.7	59.6	59.2	1.1
10	60	59.1	59.0	59.7	58.9	59.2	59.2	58.9	58.6	59.6	59.5	59.2	1.1
12	60	59.1	58.9	59.7	58.9	59.2	59.1	58.8	58.5	59.6	59.5	59.1	1.2
14	60	59.1	58.9	64.4	58.9	59.3	59.1	58.7	58.5	59.6	59.5	59.6	5.9
16	60	61.4	59.2	62.5	59.3	60.3	60.3	59.2	59.0	59.8	59.8	60.1	3.5
18	60	60.6	59.7	60.3	59.4	60.1	60.9	60.2	59.1	60.4	60.4	60.1	1.8
20	60	60.0	59.7	60.2	59.2	59.9	60.3	59.7	59.1	60.4	60.7	59.9	1.6
22	60	60.0	59.8	60.2	59.2	59.9	61.1	60.1	59.2	60.8	60.8	60.1	1.9
24	60	59.9	59.8	60.1	59.2	59.7	60.9	60.1	59.2	60.6	60.8	60.0	1.7
26	60	59.9	59.8	60.1	59.2	59.6	60.8	60.1	59.3	60.6	60.9	60.0	1.7
28	60	59.9	59.8	60.0	59.2	59.6	60.6	59.9	59.4	60.7	60.8	60.0	1.6
30	60	59.9	60.0	60.0	59.2	59.5	60.5	59.9	59.4	60.6	60.6	60.0	1.4
32	60	59.9	59.9	60.0	59.2	59.5	60.3	59.8	59.4	60.4	60.5	59.9	1.3
34	60	59.9	59.9	60.0	59.2	59.5	60.2	59.7	59.4	60.4	60.4	59.9	1.2
36	60	59.8	59.8	60.0	59.2	59.4	60.2	59.7	59.3	60.4	60.4	59.8	1.2
38	60	59.8	59.6	59.9	59.2	59.4	60.0	59.6	59.2	60.3	60.3	59.7	1.1
40	60	59.7	59.6	59.9	59.1	59.4	59.9	59.4	59.2	60.2	60.2	59.7	1.1
42	60	59.9	59.5	60.0	59.1	59.4	59.9	59.4	59.1	60.1	60.2	59.7	1.1
44	60	59.5	59.3	59.9	59.3	59.4	59.8	59.2	59.0	60.1	60.1	59.6	1.1
46	60	59.4	59.3	60.0	59.1	59.4	59.7	59.2	58.9	60.0	60.0	59.5	1.1
48	60	59.3	59.1	59.9	59.0	59.3	59.4	59.0	58.6	59.8	59.8	59.3	1.3
50	60	59.2	59.1	59.9	59.0	59.2	59.3	59.0	58.6	59.7	59.7	59.3	1.3
52	60	59.1	59.0	59.8	59.0	59.2	59.1	58.8	58.6	59.6	59.7	59.2	1.2
54	60	59.1	58.9	59.9	59.0	59.2	59.2	58.8	58.6	59.5	59.6	59.2	1.3
56	60	59.0	58.9	59.8	59.0	59.2	59.2	58.8	58.5	59.5	59.6	59.2	1.3
58	60	58.9	58.9	59.8	59.0	59.1	59.2	58.7	58.4	59.5	59.5	59.1	1.4
60	60	58.8	58.8	59.8	59.0	59.1	59.1	58.6	58.3	59.3	59.5	59.0	1.5
T. PROM	60.0	59.6	59.3	60.1	59.1	59.4	59.8	59.3	58.9	60.0	60.0	59.6	1.2
T. MAX	60.0	61.4	60.0	64.4	59.4	60.3	61.1	60.2	59.4	60.8	60.9		
T. MIN	60.0	58.8	58.8	59.1	58.9	59.1	59.1	58.6	58.3	59.3	59.5		
DTT	60.0	2.6	1.2	5.3	0.5	1.2	2.0	1.6	1.1	1.5	1.4		



CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.com jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com

Telef.: 958009776 / 958009777

Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	64.4	2.0
Mínima temperatura medida	58.3	0.3
Desviación de temperatura en el tiempo	5.3	0.1
Desviación de temperatura en el espacio	1.2	0.4
Estabilidad medida ($\pm$)	2.65	0.04
Uniformidad medida	5.9	0.4

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.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

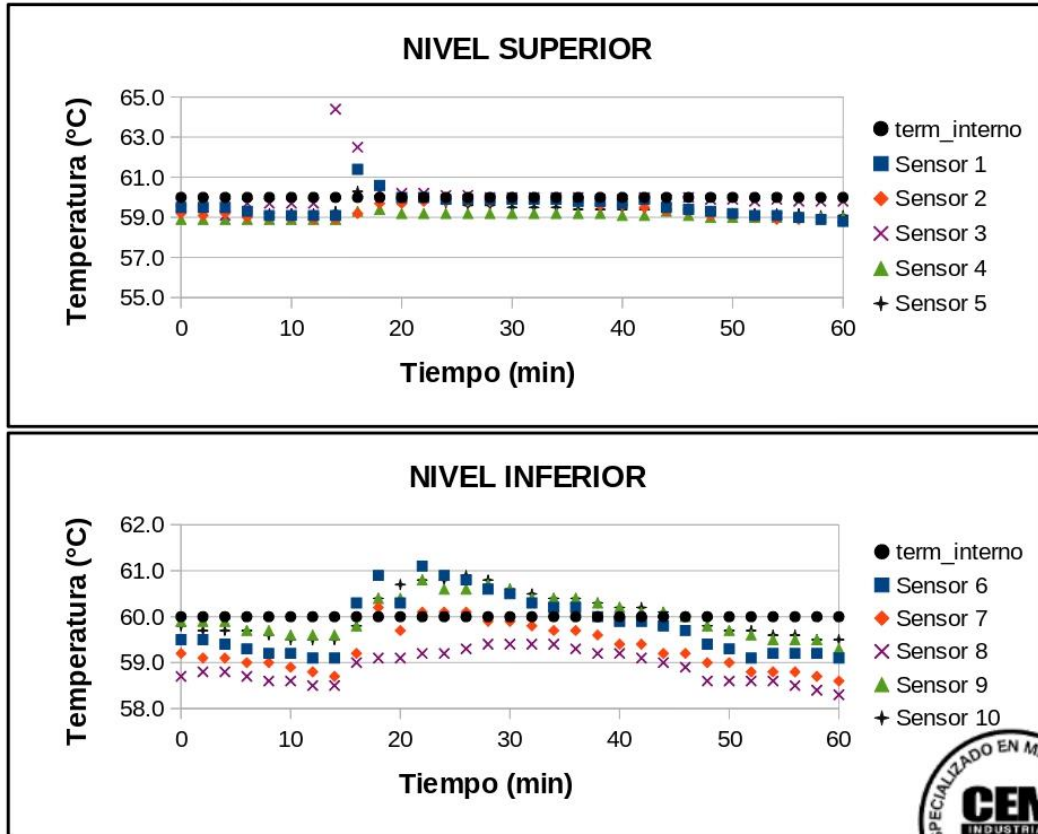
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.



Temperatura de trabajo: 60 °C



Fin del documento.

ANEXO 5
CERTIFICADOS DE ENSAYOS

ARENA ZARANDEADA TM 1/4"

 OFICINA GENERAL DE INGENIERIA CIVIL DEL PERU

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS
DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL
CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES AGREGADO FINO ZARANDEADO - "RIO HIGUERAS"

Nº	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA						Indice de plasticidad
			3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	
1	09-05-2023	001	100.0	95.9	78.5	31.6	13.6	6.8	NP
2	09-05-2023	002	100.0	93.1	68.8	26.7	13.0	7.1	NP
3	09-05-2023	003	99.5	93.5	68.7	27.0	13.4	7.4	NP
4	09-05-2023	004	100.0	92.0	66.8	27.1	13.9	7.0	NP
5	09-05-2023	005	99.8	92.8	67.6	26.8	13.6	6.9	NP
6	10-05-2023	006	100.0	95.6	64.9	30.4	17.3	7.8	NP
7	10-05-2023	007	100.0	93.8	72.3	31.1	15.1	7.0	NP
8	10-05-2023	008	100.0	91.7	66.5	25.7	12.8	6.3	NP
9	10-05-2023	009	100.0	97.6	76.7	30.3	14.9	7.1	NP
10	10-05-2023	010	100.0	98.4	78.3	32.2	16.1	7.7	NP
Resumen Estadístico	Cantidad		10	10	10	10	10	10	----
	Suma		999.2	944.5	709.0	289.0	143.6	71.1	----
	Máximo		100.0	98.4	78.5	32.2	17.3	7.8	----
	Mínimo		99.5	91.7	64.9	25.7	12.8	6.3	----
	Promedio		99.9	94.5	70.9	28.9	14.4	7.1	----
	Des. Estandar		0.2	2.3	5.2	2.4	1.5	0.4	----


Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP: 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Km. 12+900
Lado : Izquierdo

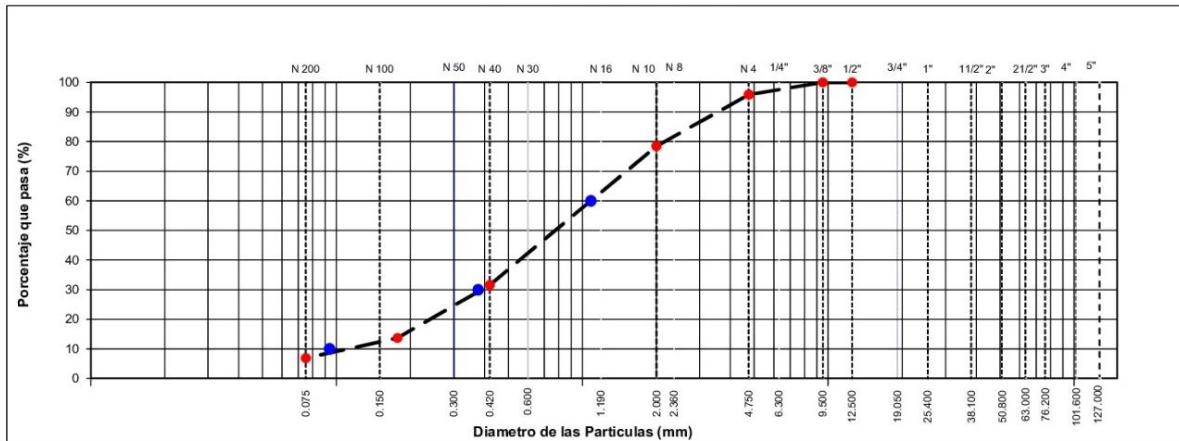
Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 09/05/2023
Fecha de Ensayo : 09/05/2023

Muestra: Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"
Peso Inicial Seco : 908.7 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza : -----
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500						Gravedad Especifica : -----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 4.1
N° 4	4.750	37.3	4.1	4.1	95.9		% Arena : 89.1
N° 8	2.360						% Fino : 6.8
N° 10	2.000	158.4	17.4	21.5	78.5		Cu : 11.57
N° 16	1.190						Cc : 1.40
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	426.2	46.9	68.4	31.6		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	163.1	17.9	86.4	13.6		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	61.6	6.8	93.2	6.8		
Platillo		62.1	6.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CR 75000
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 09/05/2023

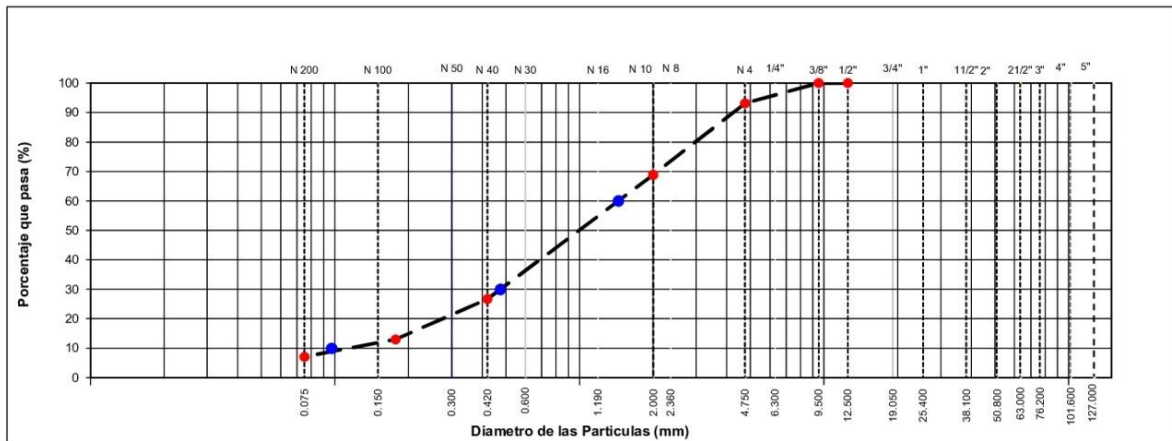
Fecha de Ensayo : 09/05/2023

Muestra: Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"
Peso Inicial Seco : 968.2 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500						Gravedad Especifica : -----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 6.9
N° 4	4.750	66.4	6.9	6.9	93.1		% Arena : 86.0
N° 8	2.360						% Fino : 7.1
N° 10	2.000	235.2	24.3	31.2	68.8		Cu : 14.89
N° 16	1.190						Cc : 1.61
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	408.1	42.2	73.3	26.7		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.177	132.6	13.7	87.0	13.0		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	57.2	5.9	92.9	7.1		
Platillo		68.7	7.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CP 75009
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



中国铁建

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

中国铁建

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 09/05/2023

Fecha de Ensayo : 09/05/2023

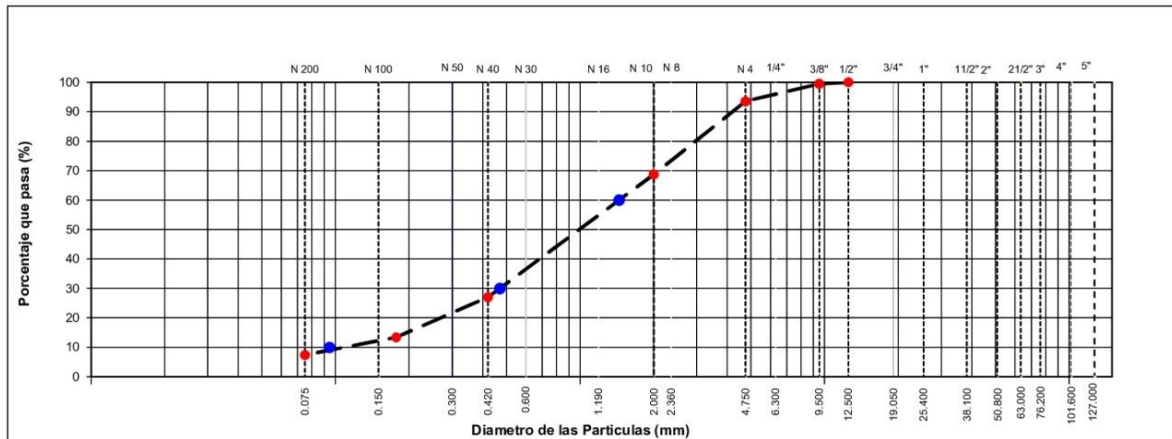
Muestra: Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 974.9 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500				100.0		Gravedad Específica : -----
3/8"	9.500	5.0	0.5	0.5	99.5		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 6.5
N° 4	4.750	57.9	5.9	6.5	93.5		% Arena : 86.2
N° 8	2.360						% Fino : 7.4
N° 10	2.000	242.3	24.9	31.3	68.7		Cu : 15.30
N° 16	1.190						Cc : 1.62
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	406.2	41.7	73.0	27.0		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	132.7	13.6	86.6	13.4		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	58.9	6.0	92.6	7.4		
Platillo		71.9	7.4	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



中国铁建

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

中国铁建

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera: "Rio Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 09/05/2023

Fecha de Ensayo : 09/05/2023

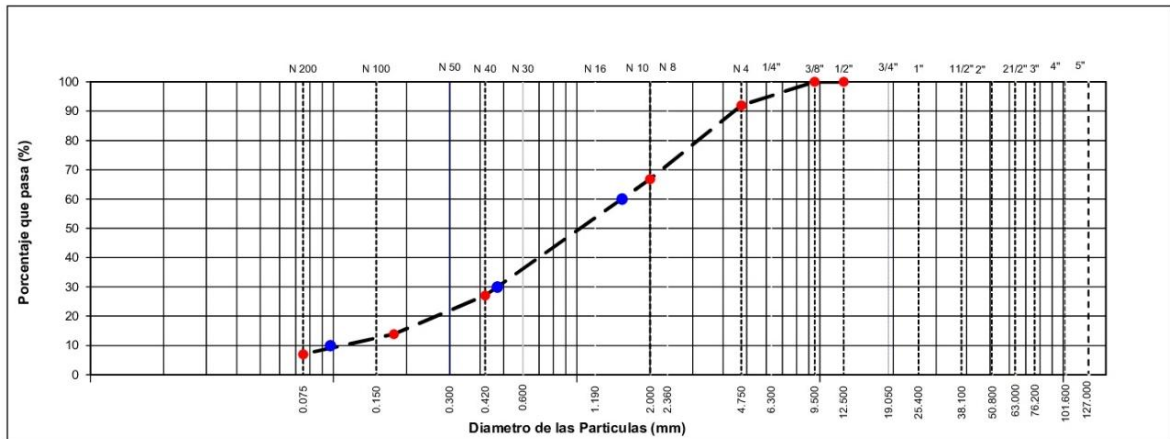
Muestra: Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 883.3 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 8.0
N° 4	4.750	70.6	8.0	8.0	92.0		% Arena : 85.0
N° 8	2.360						% Fino : 7.0
N° 10	2.000	222.8	25.2	33.2	66.8		Cu : 15.80
N° 16	1.190						Cc : 1.49
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	350.7	39.7	72.9	27.1		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	116.7	13.2	86.1	13.9		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	60.6	6.9	93.0	7.0		
Platillo		61.9	7.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Quijuto Tafur Hidalgo
 CIP 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



中国铁建

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

中国铁建

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 09/05/2023

Fecha de Ensayo : 09/05/2023

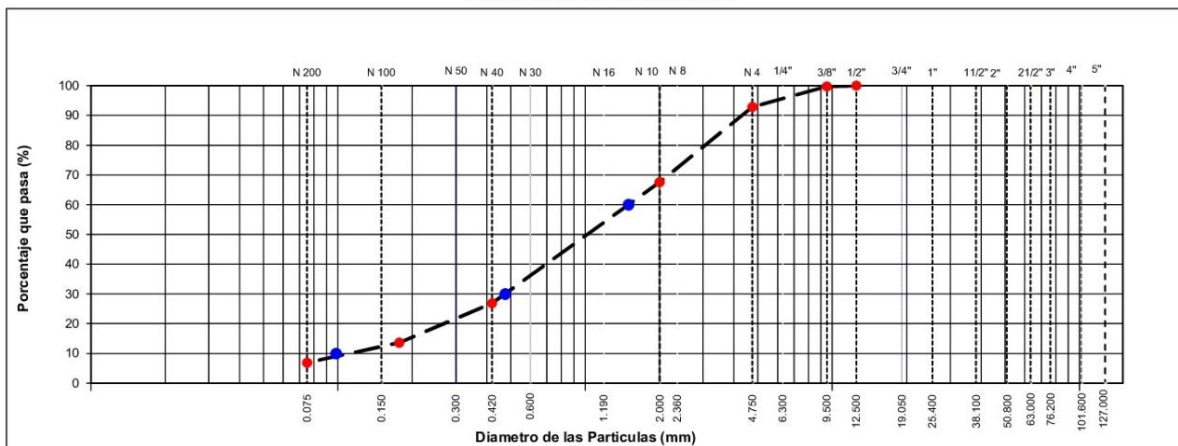
Muestra: Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 901.6 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Módulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500				100.0		Gravedad Específica :
3/8"	9.500	2.2	0.2	0.2	99.8		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 7.2
N° 4	4.750	62.4	6.9	7.2	92.8		% Arena : 85.9
N° 8	2.360						% Fino : 6.9
N° 10	2.000	227.6	25.2	32.4	67.6		Cu : 15.24
N° 16	1.190						Cc : 1.53
N° 20	0.840						Pot. de Expansión:
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	367.5	40.8	73.2	26.8		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	119.4	13.2	86.4	13.6		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	60.4	6.7	93.1	6.9		
Platillo		62.1	6.9	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA





"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Obra : Mejoramiento, Conservación por niveles de servicio y operación del corredor Vial: Huánuco - La Unión - Huallanca
Dv. Antamina / EMP. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Lata - Antamina

Tramo : Huánuco - Punto Unión

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera : "Río Higuera"

Ubicación : Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Certificado : AF.ASF - 006

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 10/05/2023

Fecha de Ensayo : 10/05/2023

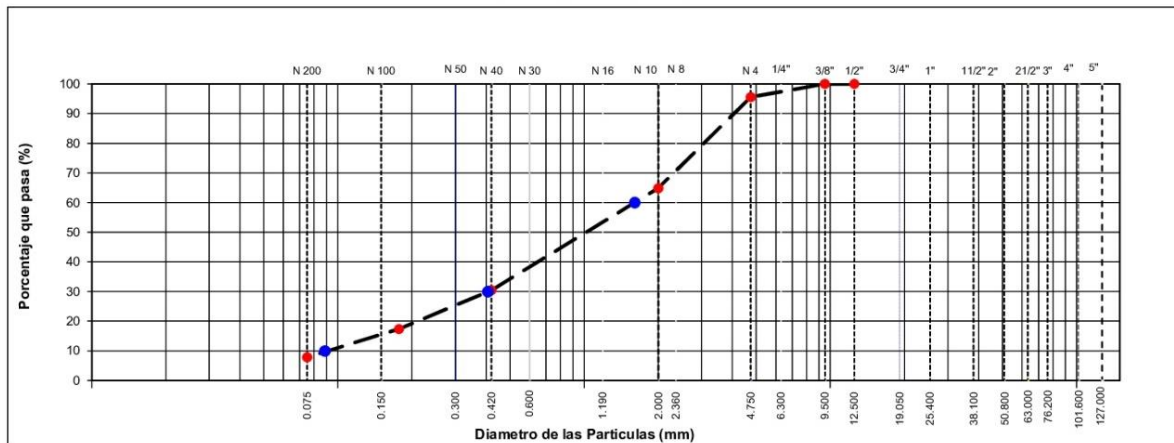
Muestra : Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 730.1 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza : -----
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500						Gravedad Especifica : -----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 4.4
N° 4	4.750	32.3	4.4	4.4	95.6		% Arena : 87.7
N° 8	2.360						% Fino : 7.8
N° 10	2.000	224.3	30.7	35.1	64.9		Cu : 18.14
N° 16	1.190						Cc : 1.16
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	251.3	34.4	69.6	30.4		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	95.6	13.1	82.7	17.3		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	69.4	9.5	92.2	7.8		
Platillo		57.2	7.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Obra : Mejoramiento, Conservación por niveles de servicio y operación del corredor Vial: Huánuco - La Unión - Huallanca
Dv. Antamina / EMP. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata - Antamina

Tramo : Huánuco - Punto Unión

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera : "Río Higuera"

Ubicación : Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Certificado : AF.ASF - 007

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 10/05/2023

Fecha de Ensayo : 10/05/2023

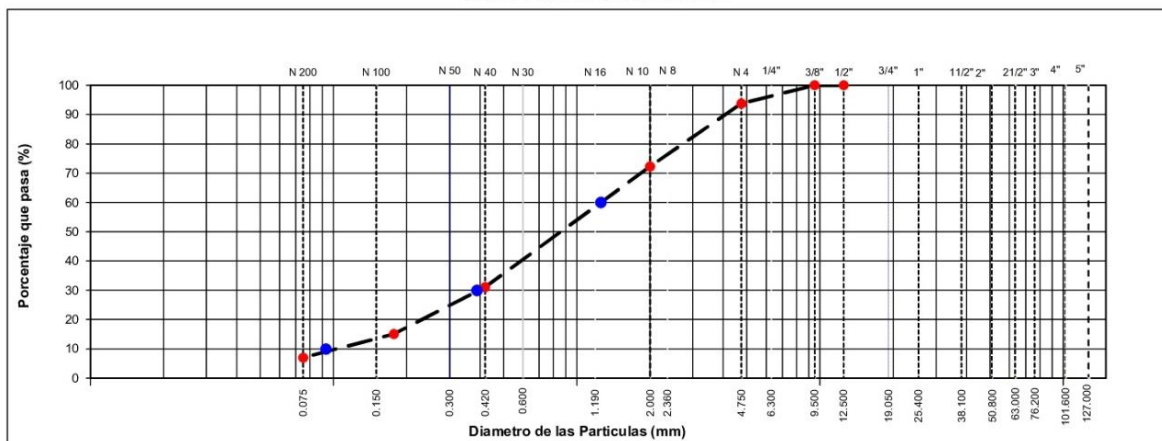
Muestra : Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 532.7 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena : ----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 6.2
N° 4	4.750	33.0	6.2	6.2	93.8		% Arena : 86.8
N° 8	2.360						% Fino : 7.0
N° 10	2.000	114.6	21.5	27.7	72.3		Cu : 13.51
N° 16	1.190						Cc : 1.29
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: ----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	219.5	41.2	68.9	31.1		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	85.4	16.0	84.9	15.1		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	42.9	8.1	93.0	7.0		
Platillo		37.3	7.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75988
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Obra : Mejoramiento, Conservación por niveles de servicio y operación del corredor Vial: Huánuco - La Unión - Huallanca
Div. Antamina / EMP. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata - Antamina

Tramo : Huánuco - Punto Unión

Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"

Cantera : "Río Higuera"

Ubicación : Km. 12+900

Lado : Izquierdo

Certificado : AF.ASF - 008

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 10/05/2023

Fecha de Ensayo : 10/05/2023

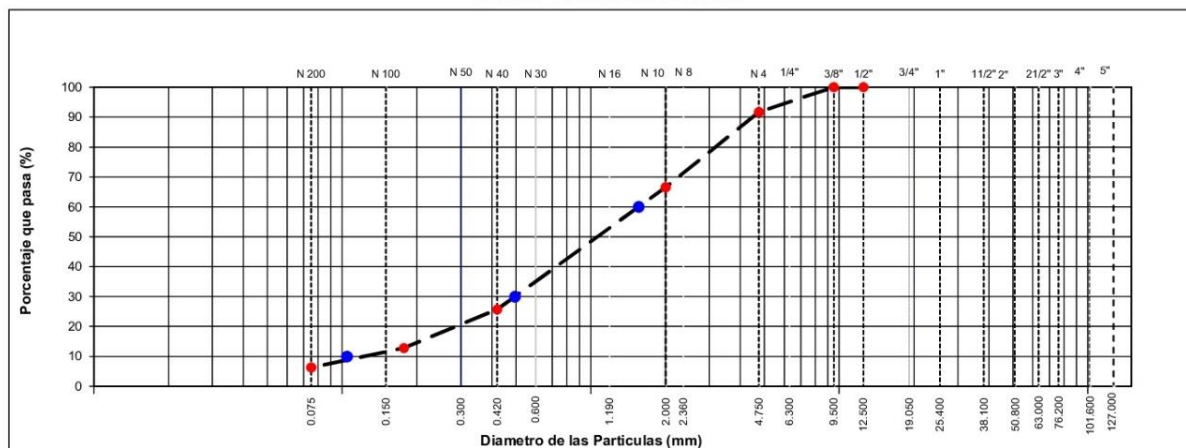
Muestra: Tomada de acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 611.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Limite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Limite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 8.3
N° 4	4.750	50.6	8.3	8.3	91.7		% Arena : 85.5
N° 8	2.360						% Fino : 6.3
N° 10	2.000	153.9	25.2	33.5	66.5		Cu : 14.93
N° 16	1.190						Cc : 1.51
N° 20	0.840						Pot. de Expansión:
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	249.4	40.8	74.3	25.7		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	78.8	12.9	87.2	12.8		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	40.0	6.5	93.7	6.3		
Platillo		38.3	6.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 759899
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

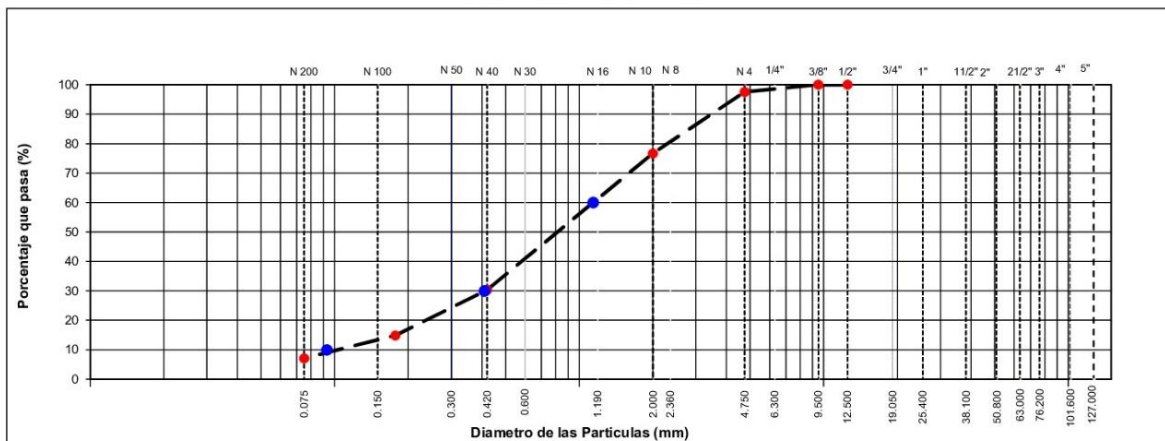
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27	
Obra : Mejoramiento, Conservación por niveles de servicio y operación del corredor Vial: Huánuco - La Unión - Huallanca Dv. Antamina / EMP. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Lata - Antamina Tramo : Huánuco - Punto Unión Material : Agregado fino zarandeado < 1/4" Cantera : "Río Higuera" Ubicación : Km. 12+900 Lado : Izquierdo	
Certificado : AF.ASF - 009 Hecho Por : W. Valdizan B. Ing. Responsable : G. Tafur H. Fecha de Muestreo : 10/05/2023 Fecha de Ensayo : 10/05/2023	

Muestra: Tomada de Producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"
Peso Inicial Seco : 848.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Especifica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 2.4
N° 4	4.750	20.3	2.4	2.4	97.6		% Arena : 90.5
N° 8	2.360						% Fino : 7.1
N° 10	2.000	177.4	20.9	23.3	76.7		Cu : 12.27
N° 16	1.190						Cc : 1.58
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: ----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	393.0	46.3	69.7	30.3		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	131.2	15.5	85.1	14.9		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	65.8	7.8	92.9	7.1		
Platillo		60.3	7.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

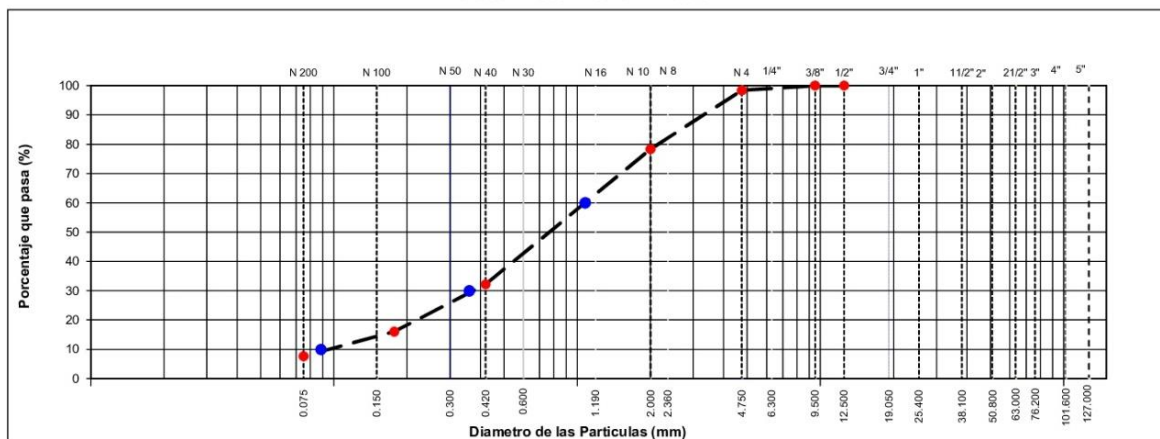
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27	
Obra : Mejoramiento, Conservación por niveles de servicio y operación del corredor Vial: Huánuco - La Unión - Huallanca Dv. Antamina / EMP. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata - Antamina	
Tramo : Huánuco - Punto Unión	Certificado : AF.ASF - 010
Material : Agregado fino zarandeado < 1/4"	Hecho Por : W. Valdizan B.
Cantera : "Río Higuera"	Ing. Responsable : G. Tafur H.
Ubicación : Km. 12+900	Fecha de Muestreo : 10/05/2023
Lado : Izquierdo	Fecha de Ensayo : 10/05/2023

Muestra: Tomada de Producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"
Peso Inicial Seco : 926.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 1.6
N° 4	4.750	15.0	1.6	1.6	98.4		% Arena : 90.7
N° 8	2.360						% Fino : 7.7
N° 10	2.000	186.0	20.1	21.7	78.3		Cu : 12.19
N° 16	1.190						Cc : 1.36
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	426.9	46.1	67.8	32.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.177	149.4	16.1	83.9	16.1		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	77.7	8.4	92.3	7.7		
Platillo		71.0	7.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ARENA CHANCADA TM 1/4"

 CONA VALLEY S. R.L. C.A. INSCRITO EN EL REGISTRO NACIONAL DE P.D.R.

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75888
Especialista en Suelos y Pavimentos

RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES AGREGADO FINO CHANCADO - "RÍO HIGUERAS"



中国铁建

TESIS UDH- LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CR20



中国铁建

Nº	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA						Indice de plasticidad
			3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	
1	11-05-2023	AFCH.001	100.0	96.4	70.4	35.3	23.0	14.7	----
2	11-05-2023	AFCH.002	100.0	97.7	76.2	40.6	25.2	14.8	----
3	11-05-2023	AFCH.003	100.0	98.0	76.8	41.3	26.2	15.2	----
4	11-05-2023	AFCH.004	100.0	93.1	59.4	32.6	22.9	14.2	----
5	11-05-2023	AFCH.005	100.0	93.3	61.7	33.7	22.8	14.0	----
6	12-05-2023	AFCH.006	100.0	97.2	63.3	31.0	21.7	14.9	----
7	12-05-2023	AFCH.007	100.0	96.5	67.6	33.6	22.0	13.7	----
8	12-05-2023	AFCH - 08	100.0	96.4	69.0	34.8	23.3	15.0	NP
9	12-05-2023	AFCH - 09	100.0	96.3	73.7	42.5	27.8	15.7	----
10	12-05-2023	AFCH - 10	100.0	95.3	67.7	37.2	25.4	15.9	NP
Resumen Estadístico	Cantidad		10	10	10	10	10	10	0
	Suma		1000.0	960.1	685.9	362.6	240.1	148.0	NP
	Máximo		100.0	98.0	76.8	42.5	27.8	15.9	NP
	Mínimo		100.0	93.1	59.4	31.0	21.7	13.7	NP
	Promedio		100.0	96.0	68.6	36.3	24.0	14.8	NP
	Des. Estandar		0.0	1.7	5.9	4.0	2.0	0.7	

CHINA RAILWAY GROUP CORPORATION LIMITED NO. 1000

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

Certificado : AF.ASF - 010

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

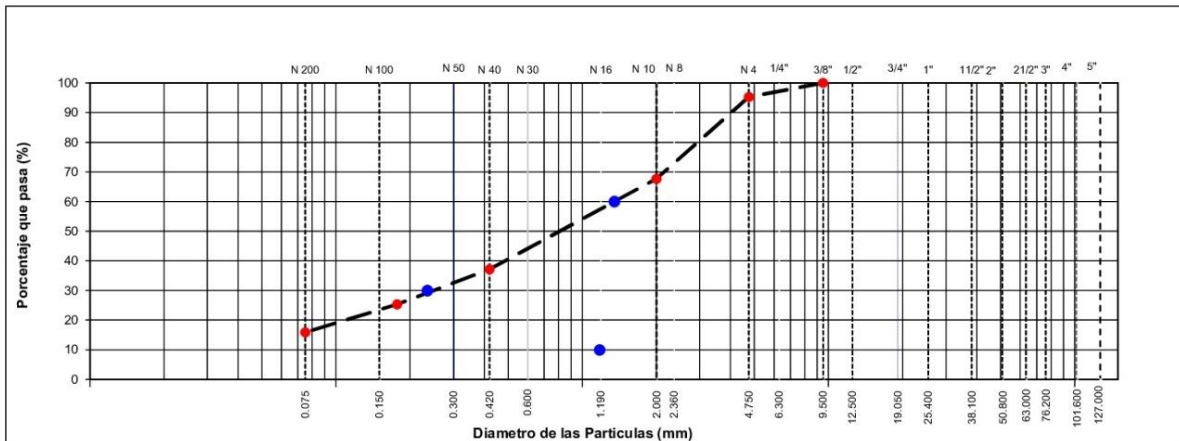
Fecha de Ensayo : 12/05/2023

Muestra: Tomada en Producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"
Peso Inicial Seco : 802.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena : ----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : ----
1"	25.400						Sales Solubles : ----
3/4"	19.050						Durabilidad : ----
1/2"	12.500						Gravedad Específica : ----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : ----
1/4"	6.300						% Grava : 4.7
N° 4	4.750	37.6	4.7	4.7	95.3	93 - 98	% Arena : 79.4
N° 8	2.360						% Fino : 15.9
N° 10	2.000	221.5	27.6	32.3	67.7	59 - 78	Cu : 1.15
N° 16	1.190						Cc : 0.03
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: ----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	244.6	30.5	62.8	37.2	31 - 45	
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	94.9	11.8	74.6	25.4	21 - 31	
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	76.1	9.5	84.1	15.9	14 - 18	
Platillo		127.3	15.9	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION GROUP CO., LTD.
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 756889
Especialista en Suelos y Pavimentos



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



中国铁建

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

中国铁建

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera : "Río Higuera"

Ubicación : Km. 12+900

MUESTRA: AFCH - 09

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 12/05/2023

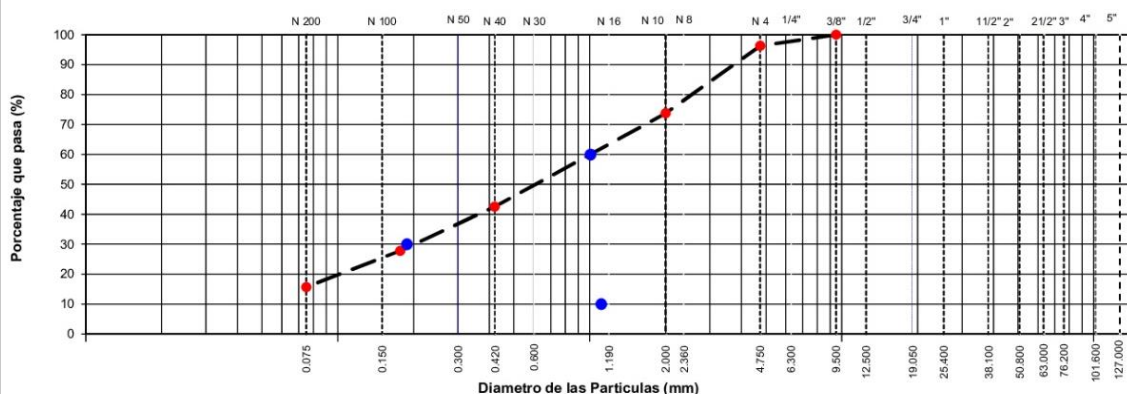
Muestra: Tomada en Producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 821.2 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 3.7
N° 4	4.750	30.5	3.7	3.7	96.3	93 - 98	% Arena : 80.6
N° 8	2.360						% Fino : 15.7
N° 10	2.000	185.1	22.5	26.3	73.7	59 - 78	Cu : 0.91
N° 16	1.190						Cc : 0.03
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	256.4	31.2	57.5	42.5	31 - 45	
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	120.9	14.7	72.2	27.8	21 - 31	
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	99.5	12.1	84.3	15.7	14 - 18	
Platillo		128.8	15.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

Ing. Guido Tafur Hidalgo
CIP 750889
Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2
- PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN - 2023"**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA AF.ASF - 008

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 12/05/2023

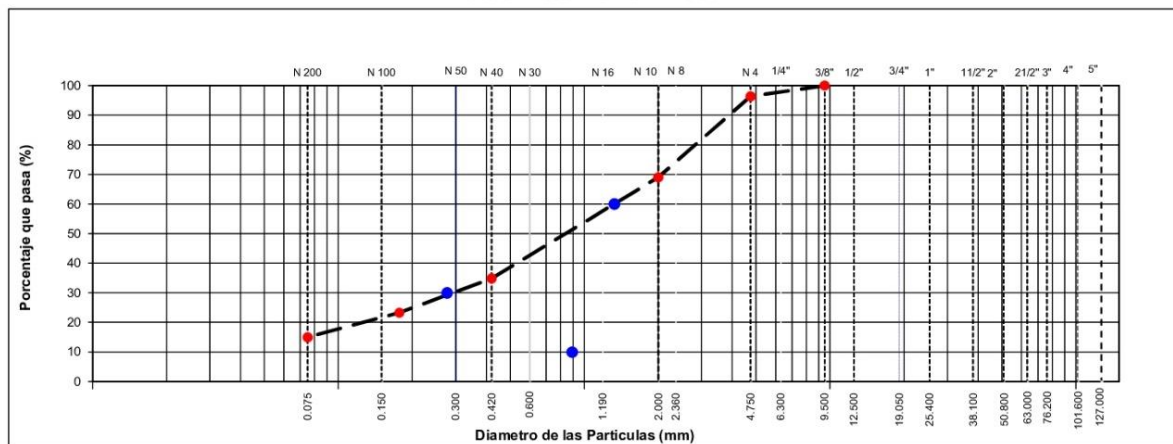
Muestra: Tomada en Producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 820.4 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 3.6
N° 4	4.750	29.7	3.6	3.6	96.4	93 - 98	% Arena : 81.4
N° 8	2.360						% Fino : 15.0
N° 10	2.000	224.3	27.3	31.0	69.0	59 - 78	Cu : 1.49
N° 16	1.190						Cc : 0.06
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	280.8	34.2	65.2	34.8	31 - 45	
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	94.7	11.5	76.7	23.3	21 - 31	
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	67.9	8.3	85.0	15.0	14 - 18	
Platillo		123.0	15.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA: AFCH.007

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 12/05/2023

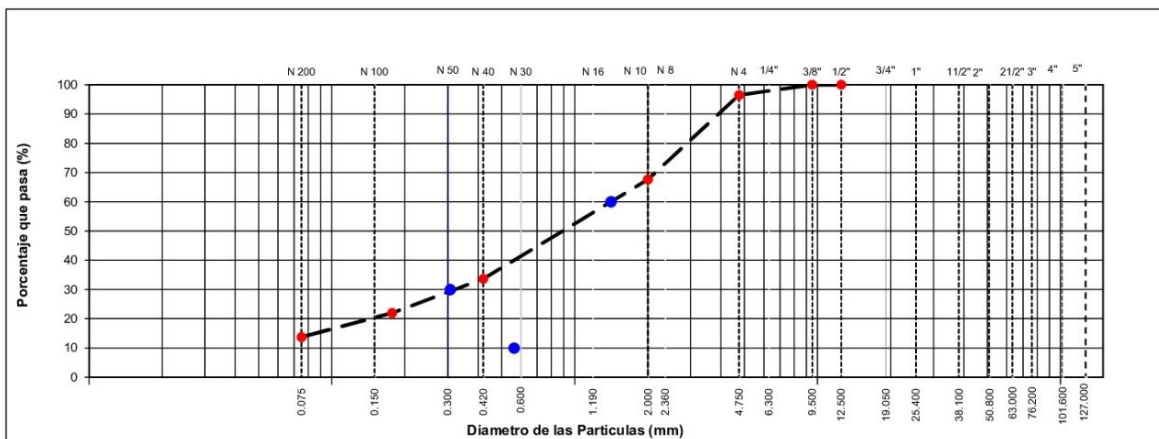
Muestra: Tomada en Acopio km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 685.9 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Específica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 3.5
N° 4	4.750	24.2	3.5	3.5	96.5		% Arena : 82.8
N° 8	2.360						% Fino : 13.7
N° 10	2.000	197.9	28.9	32.4	67.6		Cu : 2.50
N° 16	1.190						Cc : 0.12
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	233.1	34.0	66.4	33.6		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	79.9	11.6	78.0	22.0		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	56.7	8.3	86.3	13.7		
Platillo		94.1	13.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75889
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA AFCH.006

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 12/05/2023

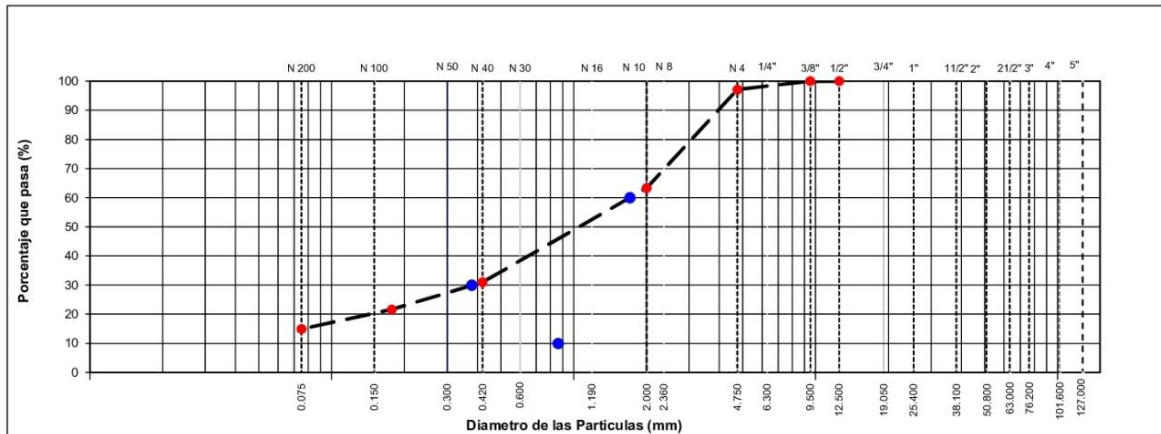
Muestra: Tomada en Acopio km 10+400 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 856.8 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Limite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Limite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Indice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Especifica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 2.8
N° 4	4.750	24.2	2.8	2.8	97.2		% Arena : 82.3
N° 8	2.360						% Fino : 14.9
N° 10	2.000	290.3	33.9	36.7	63.3		Cu : 1.98
N° 16	1.190						Cc : 0.10
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: ----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	277.0	32.3	69.0	31.0		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	79.8	9.3	78.3	21.7		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	57.9	6.8	85.1	14.9		
Platillo		127.6	14.9	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

CON SELLO O FIRMAS DE LOS RESPONSABLES DEL PEB

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75609
Especialista en Suelos y Pavimentos



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



中国铁建

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

中国铁建

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Km. 12+900
MUESTRA AFCH.005

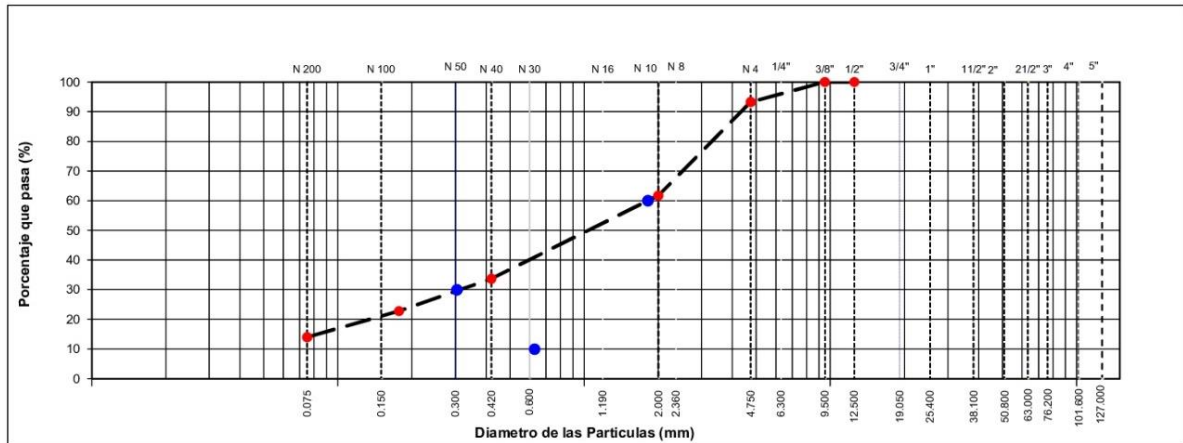
Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 11/05/2023
Fecha de Ensayo : 11/05/2023

Muestra: Tomada en producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"
Peso Inicial Seco : 864.8 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Especifica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 6.7
N° 4	4.750	58.2	6.7	6.7	93.3		% Arena : 79.3
N° 8	2.360						% Fino : 14.0
N° 10	2.000	272.6	31.5	38.3	61.7		Cu : 2.89
N° 16	1.190						Cc : 0.08
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	242.6	28.1	66.3	33.7		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	94.4	10.9	77.2	22.8		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	75.9	8.8	86.0	14.0		
Platillo		121.1	14.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

CON SELLO O SUELO DEBE COMPLETAR NÚMERO DE FOLIO

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75599
Especialista en Suelos y Pavimentos



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA AFCH.004

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 11/05/2023

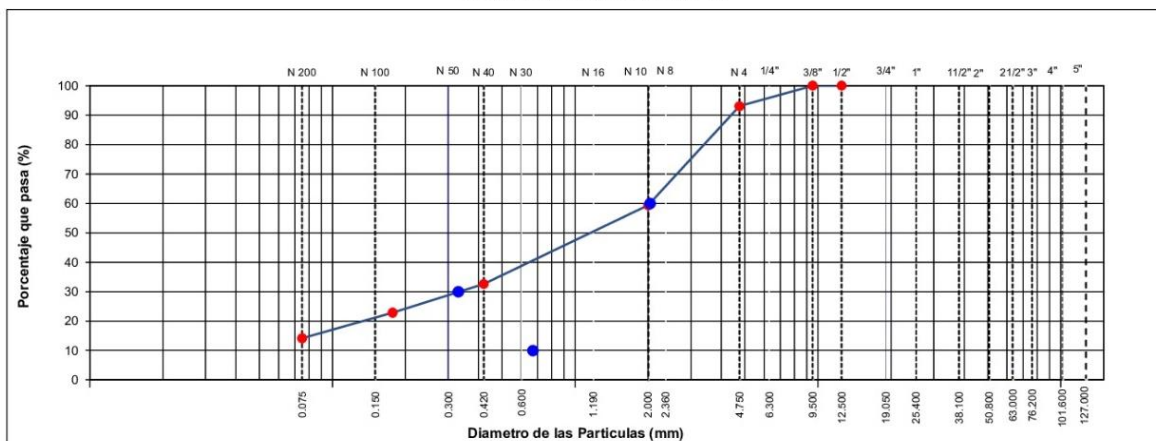
Muestra: Tomada en producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 767.2 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza : -----
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500						Gravedad Especifica : -----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 6.9
N° 4	4.750	53.2	6.9	6.9	93.1		% Arena : 78.9
N° 8	2.360						% Fino : 14.2
N° 10	2.000	258.4	33.7	40.6	59.4		Cu : 3.04
N° 16	1.190						Cc : 0.08
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	205.6	26.8	67.4	32.6		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	74.6	9.7	77.1	22.9		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	66.7	8.7	85.8	14.2		
Platillo		108.7	14.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75969
Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Rio Higueras"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA AFCH.003

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 11/05/2023

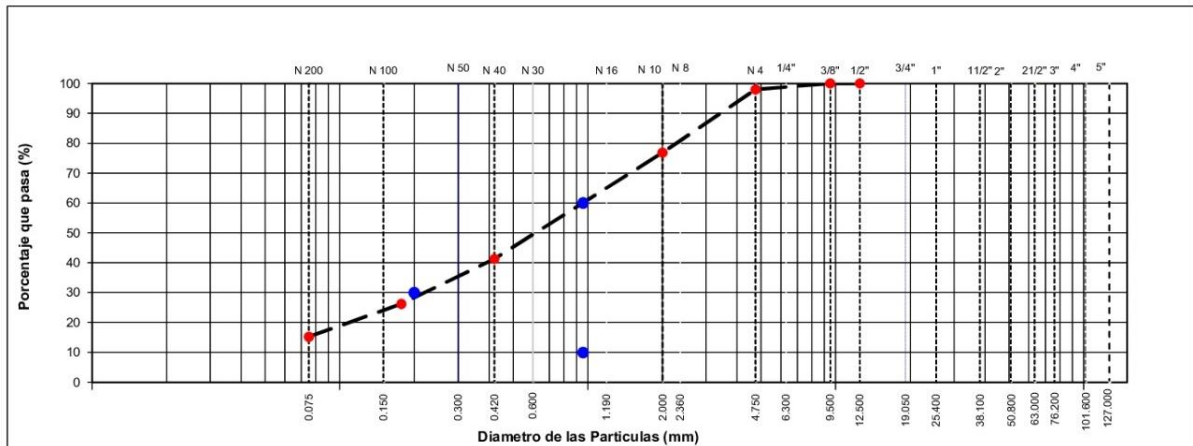
Muestra: Tomada en producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 775.9 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena :
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 :
1"	25.400						Sales Solubles :
3/4"	19.050						Durabilidad :
1/2"	12.500						Gravedad Especifica :
3/8"	9.500				100.0		% Absorción :
1/4"	6.300						% Grava : 2.0
N° 4	4.750	15.2	2.0	2.0	98.0		% Arena : 82.8
N° 8	2.360						% Fino : 15.2
N° 10	2.000	164.6	21.2	23.2	76.8		Cu : 1.00
N° 16	1.190						Cc : 0.04
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	275.9	35.6	58.7	41.3		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	116.9	15.1	73.8	26.2		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	85.3	11.0	84.8	15.2		
Platillo		118.0	15.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75668
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera : "Río Higuera"

Ubicación : Km. 12+900

MUESTRA: AFCH.002

Hecho Por : Wilder Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

Fecha de Ensayo : 11/05/2023

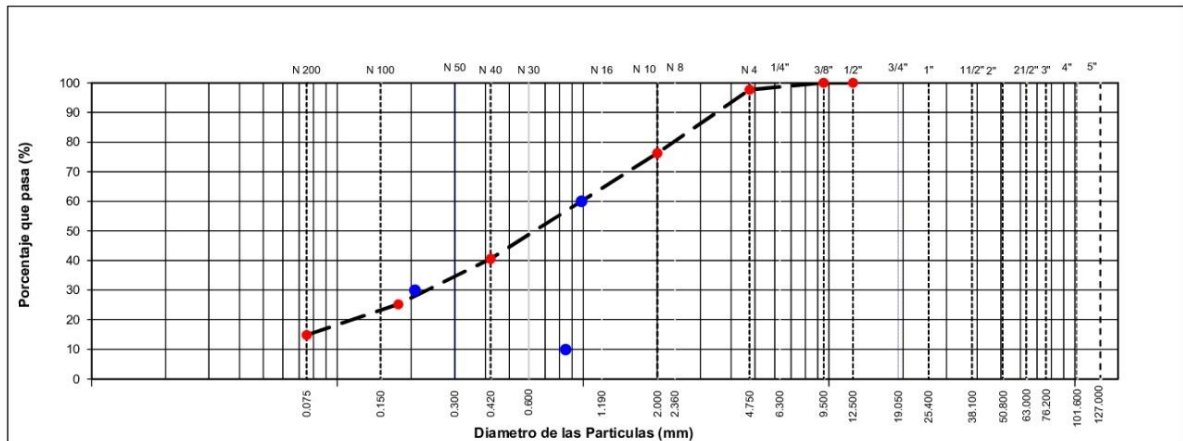
Muestra: Tomada en producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 880.2 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500						Gravedad Específica : -----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 2.3
N° 4	4.750	20.1	2.3	2.3	97.7		% Arena : 82.9
N° 8	2.360						% Fino : 14.8
N° 10	2.000	189.1	21.5	23.8	76.2		Cu : 1.16
N° 16	1.190						Cc : 0.05
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	313.6	35.6	59.4	40.6		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	135.3	15.4	74.8	25.2		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	91.5	10.4	85.2	14.8		
Platillo		130.6	14.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

CON INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS INGENIERO DEL TPO
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75869
Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

TESIS: : "EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70)
DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"
Dv. Antamina / EMP. PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata - Antamina

Material : Agregado fino chancado < 1/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA: AFCH.001

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 11/05/2023

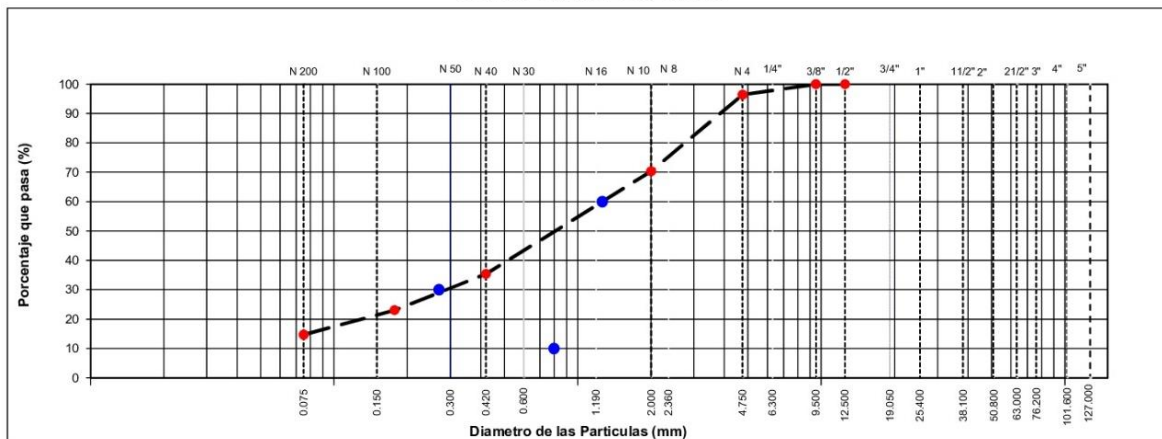
Fecha de Ensayo : 11/05/2023

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 858.6 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Modulo de Fineza :
2"	50.800						Equivalente de Arena : -----
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : -----
3/4"	19.050						Durabilidad : -----
1/2"	12.500						Gravedad Específica : -----
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : -----
1/4"	6.300						% Grava : 3.6
N° 4	4.750	30.7	3.6	3.6	96.4		% Arena : 81.8
N° 8	2.360						% Fino : 14.7
N° 10	2.000	223.8	26.1	29.6	70.4		Cu : 1.58
N° 16	1.190						Cc : 0.07
N° 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.420	300.8	35.0	64.7	35.3		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177	105.8	12.3	77.0	23.0		
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	71.6	8.3	85.3	14.7		
Platillo		125.9	14.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



CON ACUERDO A NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA N° 100
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75889
Especialista en Suelos y Pavimentos

PIEDRA CHANCADA TM $\frac{3}{4}$ '

**RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES AGREGADO GRUESO PAR SFALTO < 3/4" - CANTERA RÍO
HIGUERAS**

Nº	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA							
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10
1	13-05-2023	AG-ASF 01	100.0	100.0	100.0	100.0	70.2	42.7	0.4	0.1
2	13-05-2023	AG-ASF 02	100.0	100.0	100.0	100.0	65.9	39.6	0.6	0.3
3	13-05-2023	AG-ASF 03	100.0	100.0	100.0	100.0	65.4	41.0	1.5	0.8
4	13-05-2023	AG-ASF 04	100.0	100.0	100.0	100.0	72.8	46.8	1.0	0.5
5	13-05-2023	AG-ASF 05	100.0	100.0	100.0	100.0	66.0	41.9	1.0	0.5
6	14-05-2023	AG-ASF 06	100.0	100.0	100.0	100.0	70.7	45.8	0.8	0.2
7	14-05-2023	AG-ASF 07	100.0	100.0	100.0	100.0	74.8	48.1	1.2	0.5
8	14-05-2023	AG-ASF 08	100.0	100.0	100.0	100.0	74.3	48.7	1.4	0.7
9	14-05-2023	AG-ASF 09	100.0	100.0	100.0	100.0	70.0	47.7	2.9	1.4
10	14-05-2023	AG-ASF 10	100.0	100.0	100.0	100.0	69.8	46.5	2.5	1.2
Resumen Estadístico	Cantidad		10	10	10	10	10	10	10	10
	Suma		1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	699.9	448.9	13.1	6.2
	Máximo		100.0	100.0	100.0	100.0	74.8	48.7	2.9	1.4
	Mínimo		100.0	100.0	100.0	100.0	65.4	39.6	0.4	0.1
	Promedio		100.0	100.0	100.0	100.0	70.0	44.9	1.3	0.6
	Des. Estandar		0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.3	0.8	0.4


Ing. Guillermo Tafar Hidalgo
 CIP. 75668
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA
UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Km. 12+900

MUESTRA: AG-ASF 01

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 12/05/2023

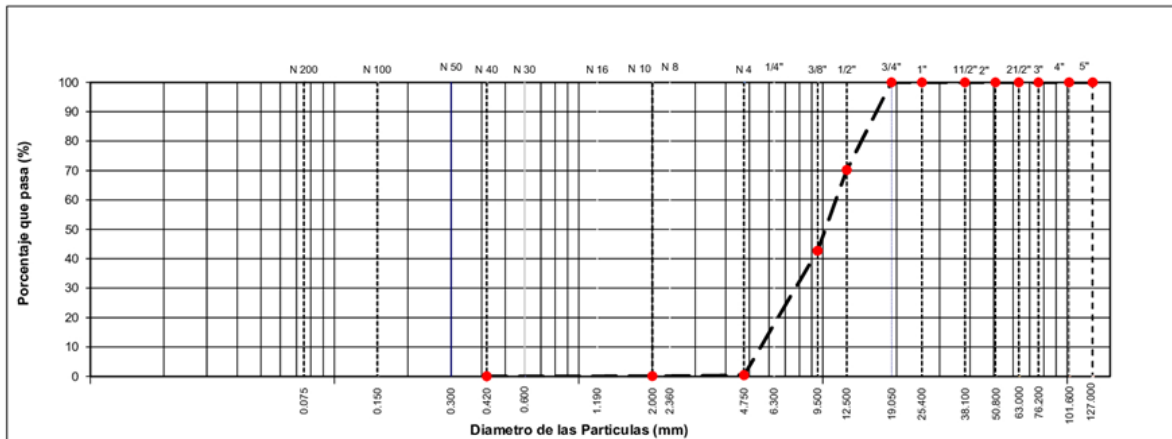
Fecha de Ensayo : 13/05/2023

Tamaño Máximo : 3/4"

Peso Inicial Seco : 11876 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Específico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	3541.0	29.8	29.8	70.2		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	3262.0	27.5	57.3	42.7		% Grava : 99.6
1/4"	6.300						% Arena : 0.4
Nº 4	4.750	5028.0	42.3	99.6	0.4		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.03
Nº 10	2.000	35.0	0.3	99.9	0.1		Cc : 0.95
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	10.0	0.1	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP. 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos

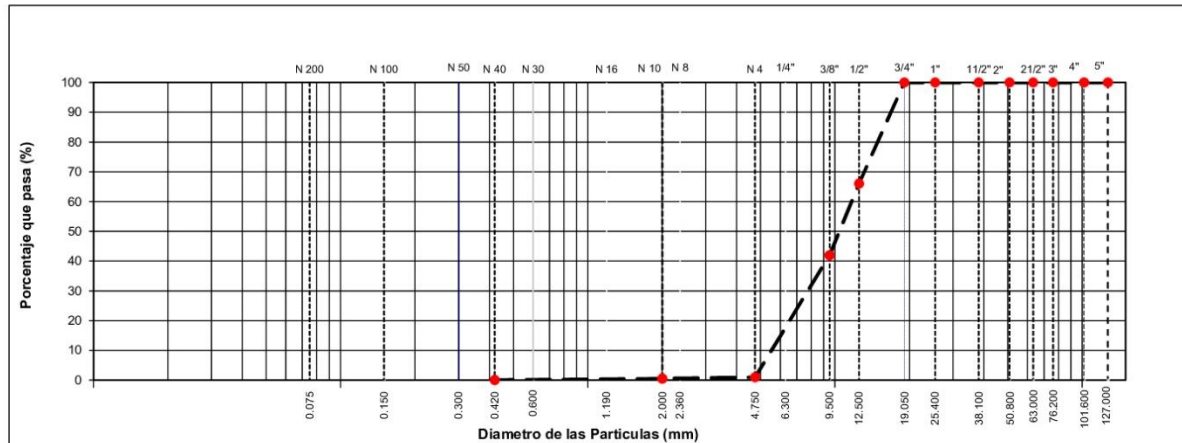
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

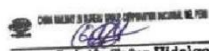
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27					
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"			Hecho Por : W. Valdizan B.		
Cantera: "Río Higuera"			Ing. Responsable : G. Tafur H.		
Ubicación: Km. 12+900			Fecha de Muestreo : 12/05/2023		
Muestra: AG-ASF 05			Fecha de Ensayo : 13/05/2023		

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 12197 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Especifico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	4145.0	34.0	34.0	66.0		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	2936.0	24.1	58.1	41.9		% Grava : 99.0
1/4"	6.300						% Arena : 1.0
Nº 4	4.750	4999.0	41.0	99.0	1.0		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.11
Nº 10	2.000	58.0	0.5	99.5	0.5		Cc : 0.93
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	65.0	0.5	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP. 750893
 Especialista en Suelos y Pavimentos

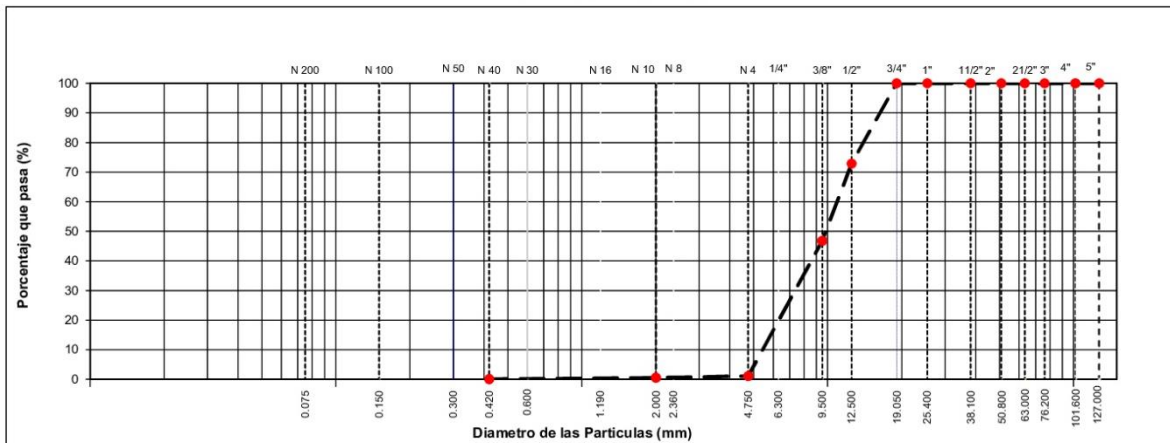
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27			
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"		Hecho Por : W. Valdizan B.	
Cantera: "Río Higuera"		Ing. Responsable : G. Tafur H.	
Ubicación: Km. 12+900		Fecha de Muestreo : 12/05/2023	
MUESTRA: AG-ASF 04		Fecha de Ensayo : 13/05/2023	

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 12135 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Específico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	3295.0	27.2	27.2	72.8		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	3164.0	26.1	53.2	46.8		% Grava : 99.0
1/4"	6.300						% Arena : 1.0
Nº 4	4.750	5551.0	45.7	99.0	1.0		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.01
Nº 10	2.000	65.0	0.5	99.5	0.5		Cc : 0.91
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	55.0	0.5	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA



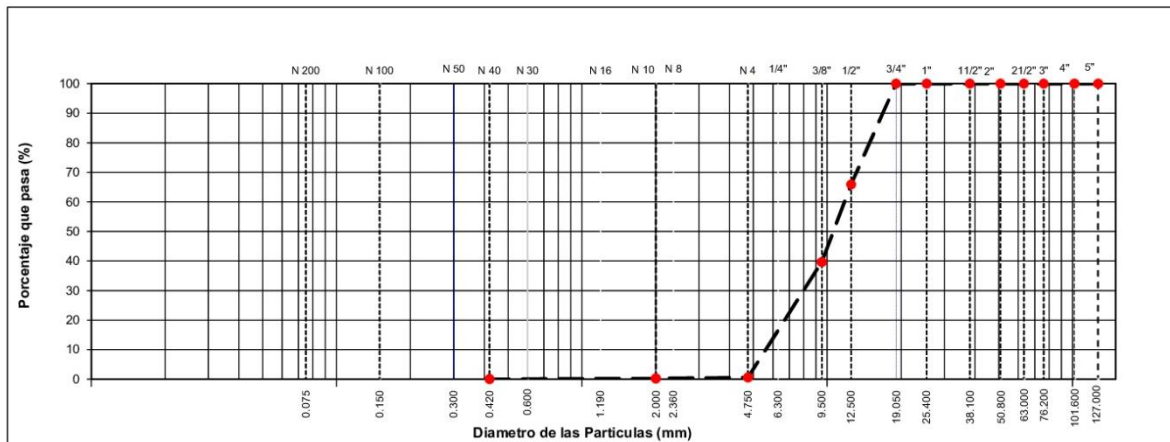
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27			
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"		Hecho Por : W. Valdizan B.	
Cantera: "Río Higuera"		Ing. Responsable : G. Tafur H.	
Ubicación: Km. 12+900		Fecha de Muestreo : 12/05/2023	
MUESTRA: AG-ASF 02		Fecha de Ensayo : 13/05/2023	

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 8998 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Específico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	3069.0	34.1	34.1	65.9		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	2364.0	26.3	60.4	39.6		% Grava : 99.4
1/4"	6.300						% Arena : 0.6
Nº 4	4.750	3512.0	39.0	99.4	0.6		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.09
Nº 10	2.000	30.0	0.3	99.7	0.3		Cc : 0.97
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	23.0	0.3	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75888
 Especialista en Suelos y Pavimentos

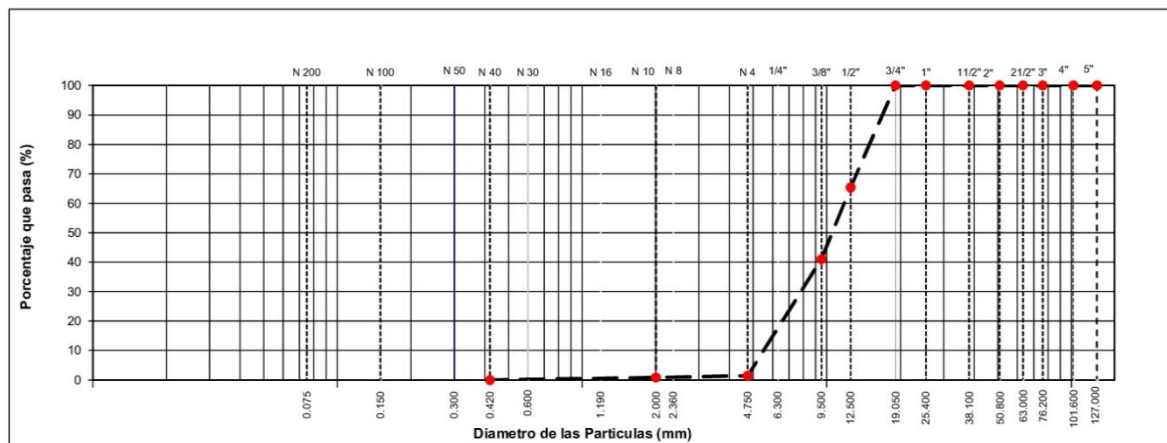
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27			
Tramo : Huánuco - Punto Unión	Certificado : AG.ASF - 003		
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"	Hecho Por : W. Valdizan B.		
Cantera : "Río Higuera"	Ing. Responsable : G. Tafur H.		
Ubicación : Km. 12+900	Fecha de Muestreo : 12/05/2023		
Lado : Izquierdo	Fecha de Ensayo : 13/05/2023		

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 6825 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : ----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : ----
3"	76.200						Chatas y alargadas : ----
2 1/2"	63.300						Abrasión : ----
2"	50.800						Sales Solubles : ----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : ----
1"	25.400						Peso Específico : ----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : ----
1/2"	12.500	2364.0	34.6	34.6	65.4		Peso Unitario Compacto : ----
3/8"	9.500	1661.0	24.3	59.0	41.0		% Grava : 98.5
1/4"	6.300						% Arena : 1.5
Nº 4	4.750	2701.0	39.6	98.5	1.5		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.13
Nº 10	2.000	42.0	0.6	99.2	0.8		Cc : 0.94
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: ----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	57.0	0.8	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guisela Tafur Hidalgo
 CP 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"

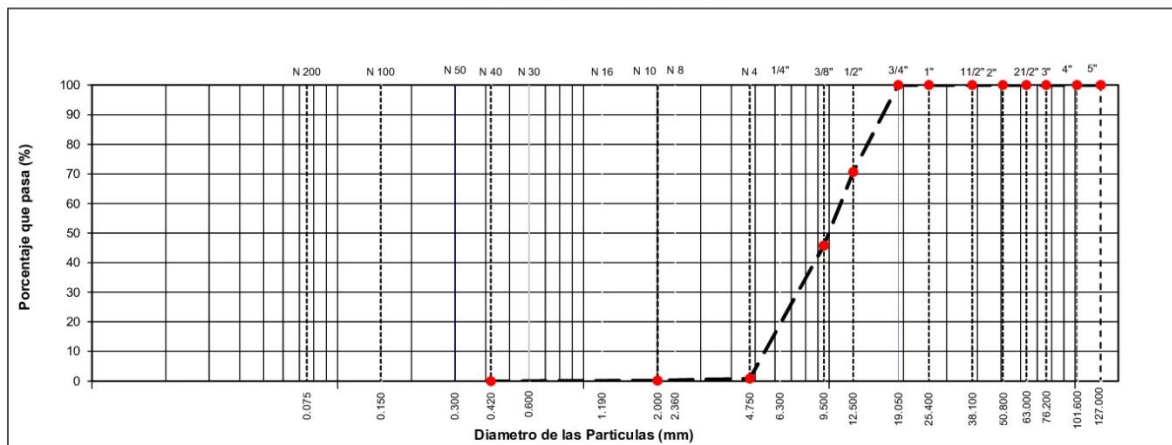
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27			
Tramo : Huánuco - Punto Unión	Certificado : AG.ASF - 006		
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"	Hecho Por : W. Valdizan B.		
Cantera : "Rio Higuera"	Ing. Responsable : G. Tafur H.		
Ubicación : Km. 12+900	Fecha de Muestreo : 13/05/2023		
Lado : Izquierdo	Fecha de Ensayo : 14/05/2023		

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 10751 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Especifico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	3153.0	29.3	29.3	70.7		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	2676.0	24.9	54.2	45.8		% Grava : 99.2
1/4"	6.300						% Arena : 0.8
Nº 4	4.750	4833.0	45.0	99.2	0.8		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.03
Nº 10	2.000	67.0	0.6	99.8	0.2		Cc : 0.91
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	25.0	0.2	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CP 75899
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

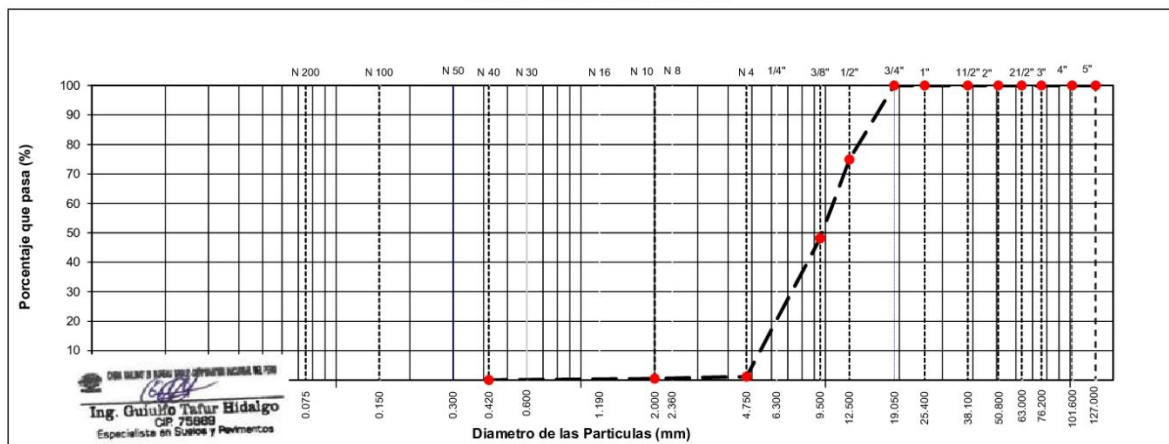
Tramo : Huánuco - Punto Unión
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Km. 12+900
Lado : Izquierdo

Certificado : AG.ASF - 007
Hecho Por : F. Contreras N.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 13/05/2023
Fecha de Ensayo : 14/05/2023

Tamaño Máximo : 3/4"
 Peso Inicial Seco : 7089 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Específico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	1783.0	25.2	25.2	74.8		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	1895.0	26.7	51.9	48.1		% Grava : 98.8 % Arena : 1.2 % Fino : 0.0 Cu : 1.98 Cc : 0.91 Indice de Humedad (%)
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	3329.0	47.0	98.8	1.2		Indice de Consistencia
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	47.0	0.7	99.5	0.5		Pot. de Expansión: -----
Nº 16	1.190						OBSERVACIONES :
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	35.0	0.5	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA





“EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023”

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

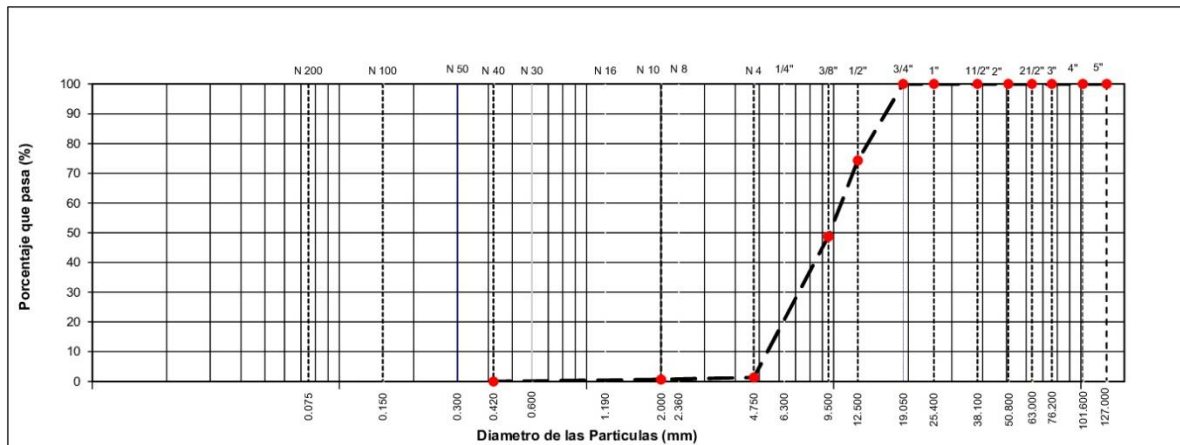
Tramo : Huánuco - Punto Unión
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"
Cantera : "Río Higuera"
Ubicación : Km. 12+900
Lado : Izquierdo

Certificado : AG-ASF - 008
Hecho Por : W. Valdivia B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 13/05/2023
Fecha de Ensayo : 14/05/2023

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 7153 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Específico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	1841.0	25.7	25.7	74.3		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	1825.0	25.5	51.3	48.7		% Grava : 98.6
1/4"	6.300						% Arena : 1.4
Nº 4	4.750	3390.0	47.4	98.6	1.4		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 1.99
Nº 10	2.000	46.0	0.6	99.3	0.7		Cc : 0.90
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	51.0	0.7	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CP 75699
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2
- PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN - 2023"**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

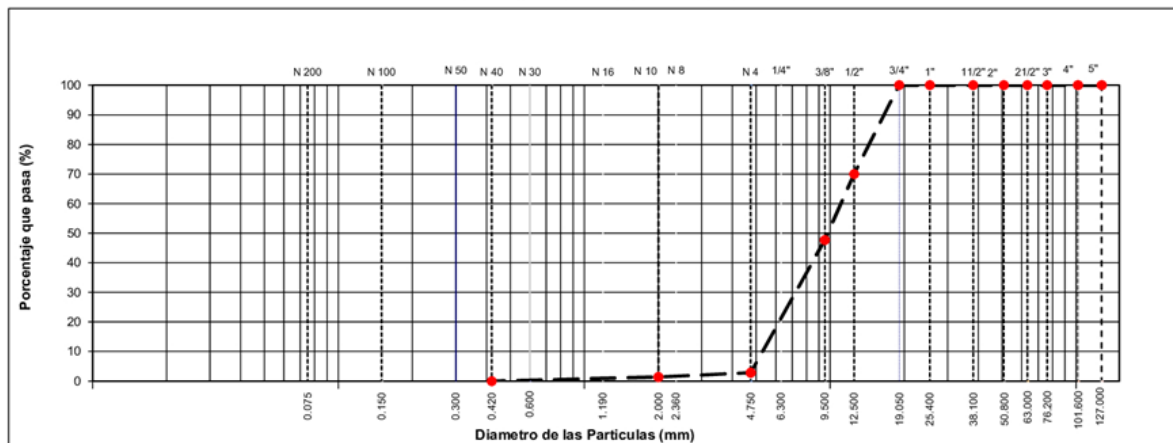
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27			
Tramo: Huánuco - Punto Unión	Certificado: AG.ASF - 009		
Material: Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"	Hecho Por: W. Valdivia B.		
Cantera: "Rio Higueras"	Ing. Responsable: G. Tafur H.		
Ubicación: Km. 12+900	Fecha de Muestreo: 13/05/2023		
Lado: Izquierdo	Fecha de Ensayo: 14/05/2023		

Muestra: Tomada de producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo: 3/4"
Peso Inicial Seco: 6766 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Especifico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	2030.0	30.0	30.0	70.0		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	1510.0	22.3	52.3	47.7		% Grava : 97.1
1/4"	6.300						% Arena : 2.9
Nº 4	4.750	3032.0	44.8	97.1	2.9		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.08
Nº 10	2.000	100.0	1.5	98.6	1.4		Cc : 0.89
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	94.0	1.4	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guisela Tafur Hidalgo
 CIP 75698
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARÁMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC 2 – PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO – LA UNIÓN - 2023"

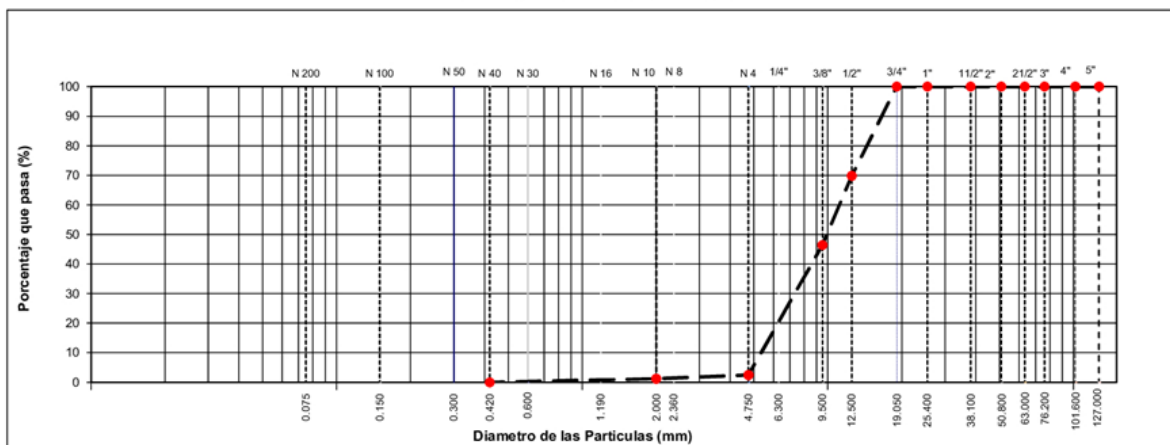
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27			
Tramo : Huánuco - Punto Unión			Certificado : AG-ASF - 010
Material : Agregado grueso chancado para asfalto < 3/4"			Hecho Por : W. Valdizan B.
Cantera : "Río Higuera"			Ing. Responsable : G. Tafur H.
Ubicación : Km. 12+900			Fecha de Muestreo : 13/05/2023
Lado : Izquierdo			Fecha de Ensayo : 14/05/2023

Muestra: Tomada de producción km 12+900 LI **Tamaño Máximo :** 3/4"
Peso Inicial Seco : 6182 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : -----
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : -----
3"	76.200						Chatas y alargadas : -----
2 1/2"	63.300						Abrasión : -----
2"	50.800						Sales Solubles : -----
1 1/2"	38.100						Durabilidad : -----
1"	25.400						Peso Especifico : -----
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	1866.0	30.2	30.2	69.8		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	1444.0	23.4	53.5	46.5		% Grava : 97.5 Contenido de Humedad (%)
1/4"	6.300						% Arena : 2.5
Nº 4	4.750	2720.0	44.0	97.5	2.5		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.08 Indice de Consistencia
Nº 10	2.000	77.0	1.2	98.8	1.2		Cc : 0.90
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	75.0	1.2	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Gualberto Tafur Hidalgo
 CIP 759693
 Especialista en Suelos y Pavimentos

***ENSAYOS DE
MATERIALES GRAVA
PARA ASFALTO -
BUZON EN CALIENTE
19 / 12mm.
- PLANTA DE ASFALTO***



"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES GRAVA PARA SFALTO - BUZON EN CALIENTE 19 / 12mm. - PLANTA DE ASFALTO

N°	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA								CARACTERISTICAS DEL AGREGADO								
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	01 cara fracturada	02 cara fracturada	Chapas y alargadas	Abrasión	Salas solubles	Durabilidad	Peso especifico	PU suelto	PU compacto
1	15-05-2023	001	100.0	100.0	100.0	100.0	50.9	5.5	0.4	0.1	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	15-05-2023	002	100.0	100.0	100.0	100.0	50.5	5.0	0.2	0.1	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3	15-05-2023	003	100.0	100.0	100.0	100.0	48.5	5.3	0.3	0.1	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4	15-05-2023	004	100.0	100.0	100.0	100.0	51.5	5.0	0.4	0.2	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Resumen Estadístico	Cantidad		4	4	4	4	4	4	4	4									
	Suma		400.0	400.0	400.0	400.0	201.4	20.8	1.3	0.5									
	Máximo		100.0	100.0	100.0	100.0	51.5	5.5	0.4	0.2									
	Mínimo		100.0	100.0	100.0	100.0	48.5	5.0	0.2	0.1									
	Promedio		100.0	100.0	100.0	100.0	50.4	5.2	0.3	0.1									
	Des. Estandar		0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	0.1	0.1									

Ing. Guillermo Tovar Hidalgo
CIP 75909
Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

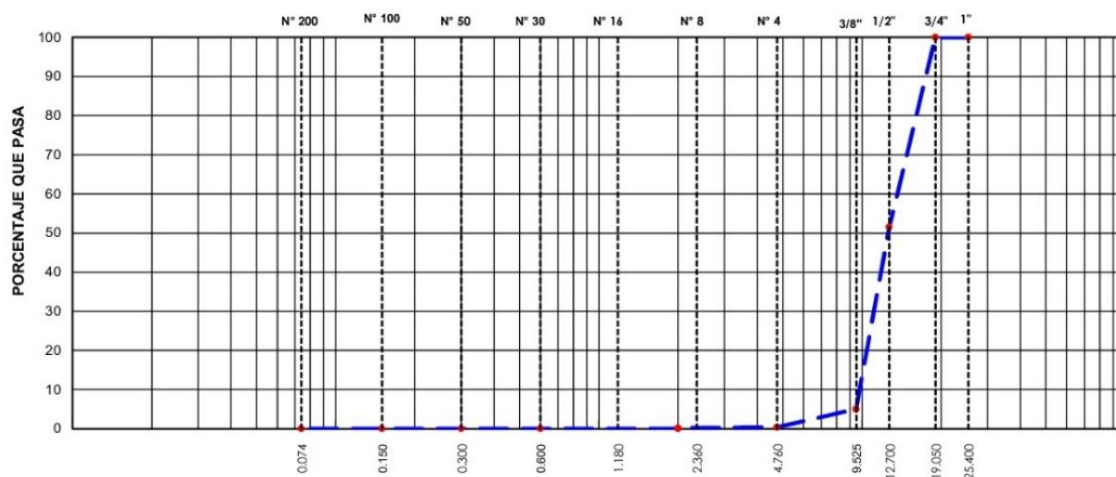
MATERIAL	: Grava 19 - 12 mm. Buzón en caliente - planta de asfalto
CANTERA	: Río Higueras
UBICACIÓN	: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Km.12+900 LIZQ.

CERTIFICADO :	BUZON. CALI. - 004
HECHO POR :	:Wilder Valdizan B.
ING. RESPONSABLE :	: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023
FECHA DE ENSAYO :	16/05/2023

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.400						Tamaño Máximo : 19.000 mm
3/4"	19.000				100.0		Peso Inicial: 7232.0 gr
1/2"	12.700	3506.0	48.5	48.5	51.5		Peso Fraccion: ---- gr
3/8"	9.500	3365.0	46.5	95.0	5.0		
N°4	4.750	331.0	4.6	99.6	0.4		% de Humedad : ---- %
N° 10	2.000	14.0	0.2	99.8	0.2		Módulo de Fineza : ----
< N° 10	2.000	16.0	0.2	100.0	0.0		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: *- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto.

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP. 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos

***ENSAYOS DE
MATERIALES GRAVA
PARA ASFALTO - BUZON
EN CALIENTE 12 / 9.5 mm.
- PLANTA DE ASFALTO***

RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES GRAVA PARA SFALTO - BUZON EN CALIENTE 19 / 12mm. - PLANTA DE ASFALTO

N°	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA								CARACTERISITCAS DEL AGREGADO								
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	01 cara fracturada	02 caras fracturados	Chatas y alargadas	Abrasión	Salas solubles	Durabilidad	Peso específico	PU suelto	PU compacto
1	15-05-2023	001	100.0	100.0	100.0	100.0	50.9	5.5	0.4	0.1	----	----	----	----	-----	----	----	----	----
2	15-05-2023	002	100.0	100.0	100.0	100.0	50.5	5.0	0.2	0.1	----	----	----	----	-----	----	----	----	----
3	15-05-2023	003	100.0	100.0	100.0	100.0	48.5	5.3	0.3	0.1	----	----	----	----	-----	----	----	----	----
4	15-05-2023	004	100.0	100.0	100.0	100.0	51.5	5.0	0.4	0.2	----	----	----	----	-----	----	----	----	----
Resumen Estadístico	Cantidad		4	4	4	4	4	4	4	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Suma		400.0	400.0	400.0	400.0	201.4	20.6	1.3	0.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Máximo		100.0	100.0	100.0	100.0	51.5	5.5	0.4	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Mínimo		100.0	100.0	100.0	100.0	48.5	5.0	0.2	0.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Promedio		100.0	100.0	100.0	100.0	50.4	5.2	0.3	0.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Des. Estandar		0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	0.1	0.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/


 Ing. Guillelmo Tovar Hidalgo
 CIP 75909
 Especialista en Bases y Pavimentos





CERTIFICADO :	BUZON, CALI. - 002
HECHO POR :	Wilder Valdezan B.
ING. RESPONSABLE :	G. Talar H.
FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023
FECHA DE ENSAYO :	16/05/2023

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 750089
Especialista en Suelos y Pavimentos

ENSAYOS DE MATERIALES
GRAVA PARA ASFALTO -
BUZON EN CALIENTE
9.5- 4.7mm.
- PLANTA DE
ASFALTO



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL
(MAC 2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



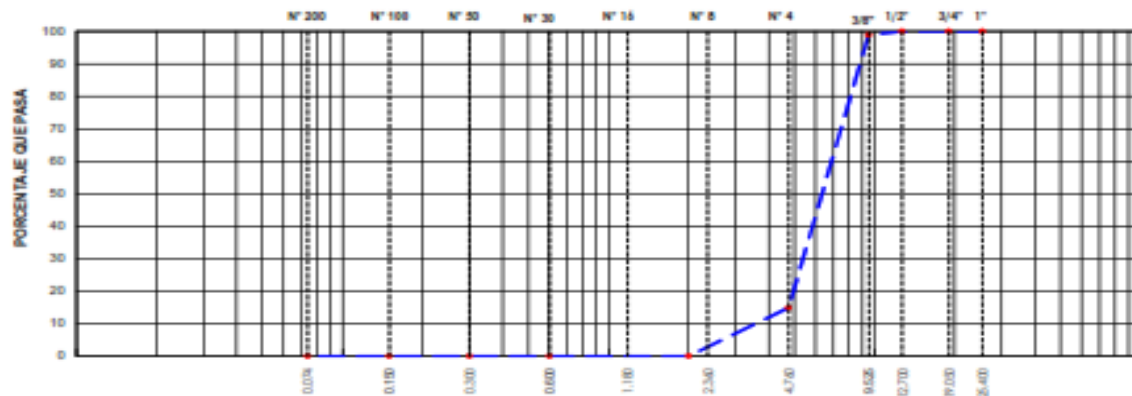
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL	Gravilla 9.5 - 4.7. Buzón en caliente - planta de asfalto.	CERTIFICADO :	BUZON. CALL. - 002
CANTERA	: Río Higueras	HECHO POR :	: Wilder Valdizan B.
UBICACIÓN	: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Km. 12+900 L.I.ZQ.	ING. RESPONSABLE :	: G. Tafur H.
		FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023
		FECHA DE ENSAYO :	16-05-23

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.400						Tamaño Máximo : 9.500 mm
3/4"	19.000				100.0		Peso Inicial: 3519.5 gr
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0		Peso Fracción: ---- gr
3/8"	9.500	39.9	1.1	1.1	98.9		
N°4	4.750	2955.0	84.0	85.1	14.9		% de Humedad : ---- %
N° 10	2.000	522.9	14.9	100.0	0.0		Módulo de Fineza : ----
< N° 10	2.000	1.7	0.0	100.0	0.0		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: *.- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto.

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 70509
 Especialista en Suelos y Pavimentos

***ENSAYOS DE
MATERIALES GRAVA
PARA ASFALTO - BUZON
EN CALIENTE 4.7 - 0.0 mm.
- PLANTA DE ASFALTO***



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES GRAVA PARA ASFALTO - BUZON EN CALIENTE 12 / 9.5 mm. - PLANTA DE ASFALTO

N°	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA								CARACTERISTICAS DEL AGREGADO								
			34"	12"	30"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	SI cara fracturada	SI cara fracturada	Chetas y virutas	Abrasion	Sales solubles	Densidad	Peso especifico	PU suelto	PU compacto
1	15-05-2023	001	100.0	100.0	100.0	95.0	72.8	26.1	14.4	5.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	15-05-2023	002	100.0	100.0	100.0	95.0	74.9	26.1	15.0	5.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	15-05-2023	003	100.0	100.0	100.0	97.8	80.1	25.7	13.2	5.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4	15-05-2023	004	100.0	100.0	100.0	95.3	72.5	26.3	14.1	5.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	15-05-2023	005	100.0	100.0	100.0	95.5	72.8	27.9	14.1	5.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Resumen Estadístico	Cantidad		5	5	5	5	5	5	5	5									
	Suma		500.0	500.0	500.0	491.8	381.0	130.1	70.8	28.0									
	Máximo		100.0	100.0	100.0	95.0	74.0	26.1	15.0	5.5									
	Mínimo		100.0	100.0	100.0	97.8	80.1	25.7	13.2	5.0									
	Promedio		100.0	100.0	100.0	96.4	72.2	27.8	14.2	5.2									
	Des. Estandar		0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	1.3	0.7	0.2									

VEN HUANUCO Y QUIMIBOND ADVANCE EN LOS
Ing. Guisela Tovar Hidalgo
CIP 75000
Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC 2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



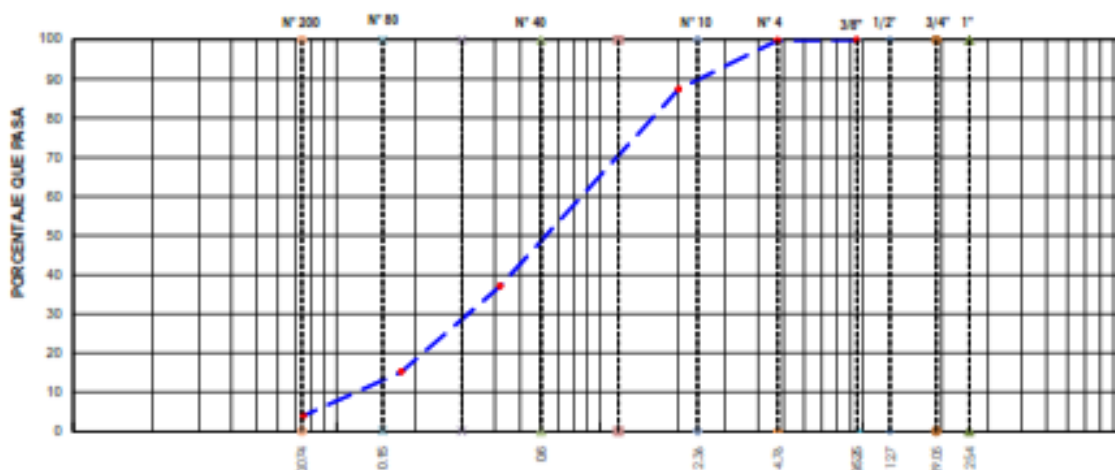
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL	. Arena Fina 4.7 - 0.0. Buzón en caliente - planta de asfalto.	CERTIFICADO :	BUZON. CALI. - 004
CANTERA	: Río Higuera	HECHO POR :	:Wilder Valdizan B.
UBICACIÓN	: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	ING. RESPONSABLE :	: G. Tatar H.
	Km. 12+900 L.IZQ.	FECHA DE MUESTREO:	16/05/2023
		FECHA DE ENSAYO :	17-05-23

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.4						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19						Peso Inicial: 871.0 gr
1/2"	12.7						Peso Fraccion: ----- gr
3/8"	9.5				100.0		
N°4	4.75	15.0	1.7	1.7	98.3		% de Humedad : ----- %
N° 10	2	225.0	25.8	27.5	72.5		Módulo de Fineza : -----
N° 40	0.42	385.0	44.2	71.7	28.3		
N° 80	0.177	124.0	14.2	85.9	14.1		
N° 200	0.075	76.0	8.7	94.6	5.4		
< N° 200		46.0	5.3	99.9	0.1		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: *.- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto.

Ing. Guincho Tatar Hidalgo
 CIP. 75600
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



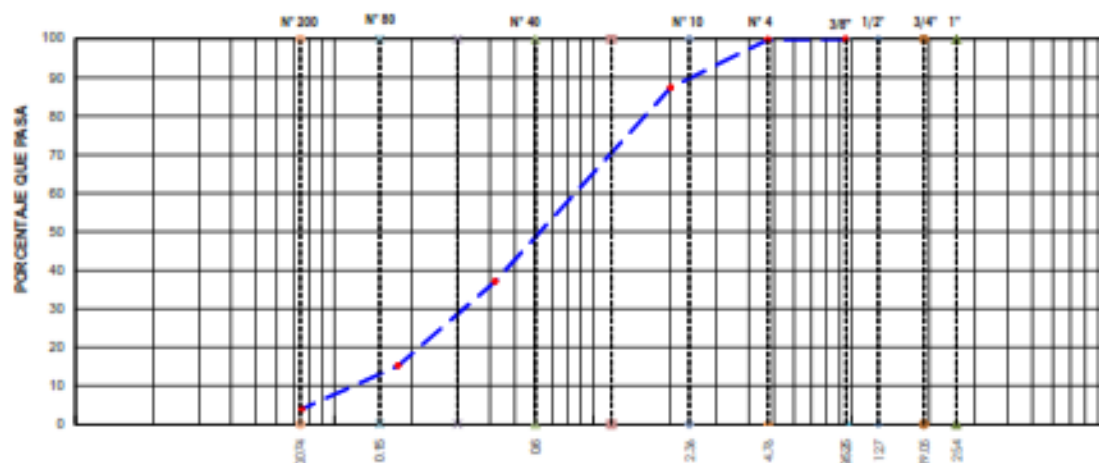
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL	: Arena Fina 4.7 - 0.0. Buzón en caliente - planta de asfalto.	CERTIFICADO :	BUZON. CALL. - 002
CANTERA	: Río Higuera	HECHO POR :	: Wilder Valdizan B.
UBICACIÓN	: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Km. 12+900 L.IZQ.	ING. RESPONSABLE :	: G. Tatur H.
		FECHA DE MUESTREO:	16/05/2023
		FECHA DE ENSAYO :	17-05-23

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.4						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19						Peso Inicial: 896.1 gr
1/2"	12.7						Peso Fracción: ----- gr
3/8"	9.5				100.0		
N° 4	4.75	21.2	2.4	2.4	97.6		% de Humedad : ----- %
N° 10	2	256.4	28.5	30.9	69.1		Módulo de Fineza : -----
N° 40	0.42	389.4	43.4	74.3	25.7		
N° 80	0.177	111.9	12.5	86.8	13.2		
N° 200	0.075	73.7	8.2	95.0	5.0		
< N° 200		45.5	5.1	100.1	-0.1		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: *.- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto.

Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



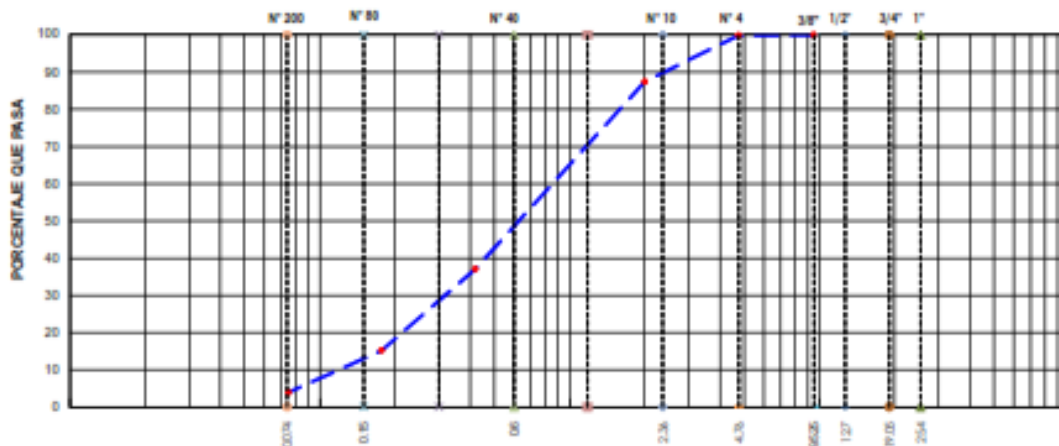
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL	: Arena Fina 4.7 - 0.0. Buzón en caliente - planta de asfalto.	CERTIFICADO :	BUZON, CALL. - 002
CANTERA	: Río Higuera	HECHO POR :	:Wilder Valdizan B.
UBICACIÓN	: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Km.12+900 L.IZQ.	ING. RESPONSABLE :	: G. Tatur H.
		FECHA DE MUESTREO:	16/05/2023
		FECHA DE ENSAYO :	17-05-23

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.4						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19						Peso Inicial: 735.2 gr
1/2"	12.7						Peso Fracción: ----- gr
3/8"	9.5				100.0		
N°4	4.75	10.0	1.4	1.4	98.6		% de Humedad : ----- %
N° 10	2.00	180.6	24.6	26.0	74.0		Módulo de Fineza : -----
N° 40	0.42	330.4	44.9	70.9	29.1		
N° 80	0.177	104.0	14.1	85.0	15.0		
N° 200	0.075	72.6	9.9	94.9	5.1		
< N° 200	0.15	37.4	5.1	100.0	0.0		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: *.- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto.

Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 75609
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**



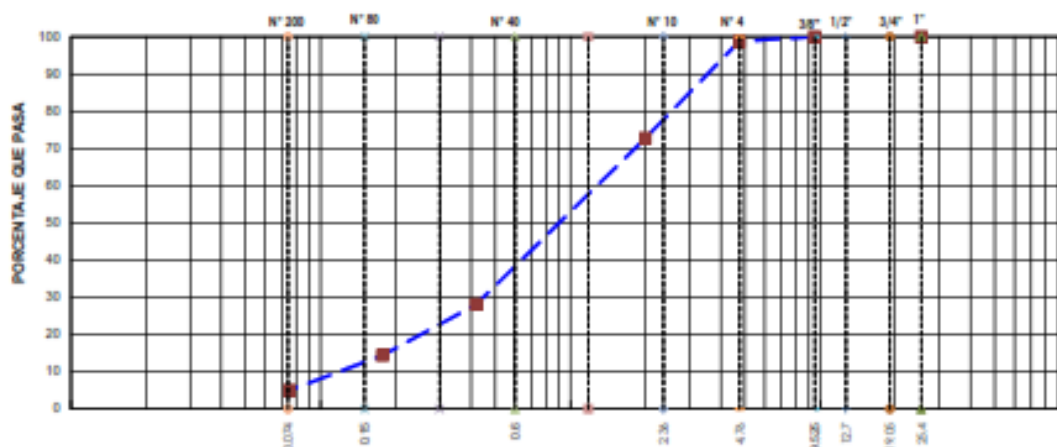
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL	: Arena Fina 4.7 - 0.0. Buzón en caliente - planta de asfalto.	CERTIFICADO :	BUZON: CALL - 001
CANTERA	: Río Higuera	HECHO POR :	:Wilder Valdizan B.
UBICACIÓN	: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Km.12+900 L.IZQ.	ING. RESPONSABLE :	: G. Tafur H.
		FECHA DE MUESTREO:	16/05/2023
		FECHA DE ENSAYO :	17-05-23

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.400						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19.000						Peso Inicial: 801.0 gr
1/2"	12.700						Peso Fraccion: ----- gr
3/8"	9.500				100.0		
N°4	4.750	10.0	1.2	1.2	98.8		% de Humedad : ----- %
N° 10	2.000	208.1	26.0	27.2	72.8		Módulo de Fineza : -----
N° 40	0.420	358.1	44.7	71.9	28.1		
N° 80	0.177	109.9	13.7	85.6	14.4		
N° 200	0.075	75.4	9.4	95.0	5.0		
< N° 200		39.5	4.9	99.9	0.1		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: ":- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto".:- Muestra tomada de buzón de la planta de asfalto.

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75609
 Especialista en Suelos y Pavimentos

***ENSAYOS DE
MATERIALES GRAVA
PARA ASFALTO - BUZON
EN CALIENTE
0.0 - 0.0 mm.(FILLER)
- PLANTA DE ASFALTO***

		LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO											
		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO											
		ASTM C136											
Tipo de Material:		Filler 0.0 mm								Elaborado por: W. Valdizan B>			
Ubicación de Muestreo		Buzón caliente - Planta de Asfalto Bach 01								Fecha: 16 de Mayo de 2023			
RESUMEN DE ENSAYOS DE FILLER (BUZÓN 0.0 mm)													
Ítem	N° de Registro	Fecha de muestreo	Fecha de Ensayo :	Ensayo Realizado Por	% QUE PASA								Observaciones
					3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	
					9.500	4.750	2.360	1.180	0.600	0.30	0.150	0.074	
001	LAB-ASF-001	16-May-23	17-May-23	W. Valdizan B.	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.6	98.1	87.0	-
002	LAB-ASF-002	16-May-23	17-May-23	W. Valdizan B.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.3	97.6	86.7	-
003	LAB-ASF-003	16-May-23	17-May-23	W. Valdizan B.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	98.2	85.5	-
ESTADÍSTICOS	PROMEDIO				100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.5	98.0	86.4	-
	MAXIMO				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	98.2	87.0	-
	MINIMO				100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.3	97.6	85.5	-
	DESV. ESTÁNDAR				0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.8	-
	VARIANZA				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	-
	COEFICIENTE VARIACION				0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.9	-


 CREA INGENIERIA Y CONSULTORIA CIVIL S.R.L.
 Ing. Guillermo Talar Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE ASFALTO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (ASTM C 136)

Tipo de Material	: Filler 0.0 mm	Código de Muestra : 002/2023
Ubicación de Muestreo	: Buzón caliente - Planta de Asfalto Bach 01	LABORATORIO DE ASFALTO
Muestreado por	: W. Valdizan B.	Ensayado por : W. Valdizan B.
Fecha de muestreo	: 16/05/2023	Fecha de Ensayo : 17/05/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.400						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19.000						Peso Inicial: 520.3 g
1/2"	12.700						Peso Fraccion: ----- g
3/8"	9.500				100.0		
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0		% de Humedad : ----- %
N° 8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		Módulo de Fineza : -----
N° 16	1.180	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 30	0.600	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 50	0.300	3.7	0.7	0.7	99.3		
N° 100	0.150	8.6	1.7	2.4	97.6		
N° 200	0.074	56.5	10.9	13.3	86.7		
< 200	-	451.5	86.7	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:

CON SU DEBERE DE FIDELIDAD Y COMPROMISO ACORDA AL PODER
 Ing. Guincho Tatur Hidalgo
 C.P. 756889
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE ASFALTO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (ASTM C 136)

Tipo de Material	: Filler 0.0 mm	Código de Muestra : 002/2023
Ubicación de Muestreo	: Buzón caliente - Planta de Asfalto Bach 01	LABORATORIO DE ASFALTO
Muestreado por	: W. Valdizan B.	Ensayado por : W. Valdizan B.
Fecha de muestreo	: 16/05/2023	Fecha de Ensayo : 17/05/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.400						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19.000						Peso Inicial: 520.3 g
1/2"	12.700						Peso Fraccion: ----- g
3/8"	9.500				100.0		
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0		% de Humedad : ----- %
N° 8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		Módulo de Fineza : -----
N° 16	1.180	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 30	0.600	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 50	0.300	3.7	0.7	0.7	99.3		
N° 100	0.150	8.6	1.7	2.4	97.6		
N° 200	0.074	56.5	10.9	13.3	86.7		
< 200	-	451.5	86.7	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:

Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM C 136)

Tipo de Material	: Filler 0.0 mm	Código de Muestra	: 003/2023
Ubicación de Muestreo	: Buzón caliente - Planta de Asfalto Bach 01	LABORATORIO DE ASFALTO	
Muestreado por	: W. Valdizan B.	Ensayado por	: W. Valdizan B.
Fecha de muestreo	: 16/05/2023	Fecha de Ensayo	: 17/05/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1"	25.400						Tamaño Máximo : 4.750 mm
3/4"	19.000						Peso Inicial: 523.6 g
1/2"	12.700						Peso Fraccion: ----- g
3/8"	9.500				100.0		
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0		% de Humedad : ----- %
N° 8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		Módulo de Fineza : -----
N° 16	1.180	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 30	0.600	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 50	0.300	1.8	0.3	0.3	99.7		
N° 100	0.150	8.1	1.5	1.8	98.2		
N° 200	0.074	66.5	12.7	14.5	85.5		
< 200	-	447.2	85.5	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:


 OFICINA NACIONAL DE ASesoría TÉCNICA
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos

CONBINACION TEORICA Y PRACTICA:

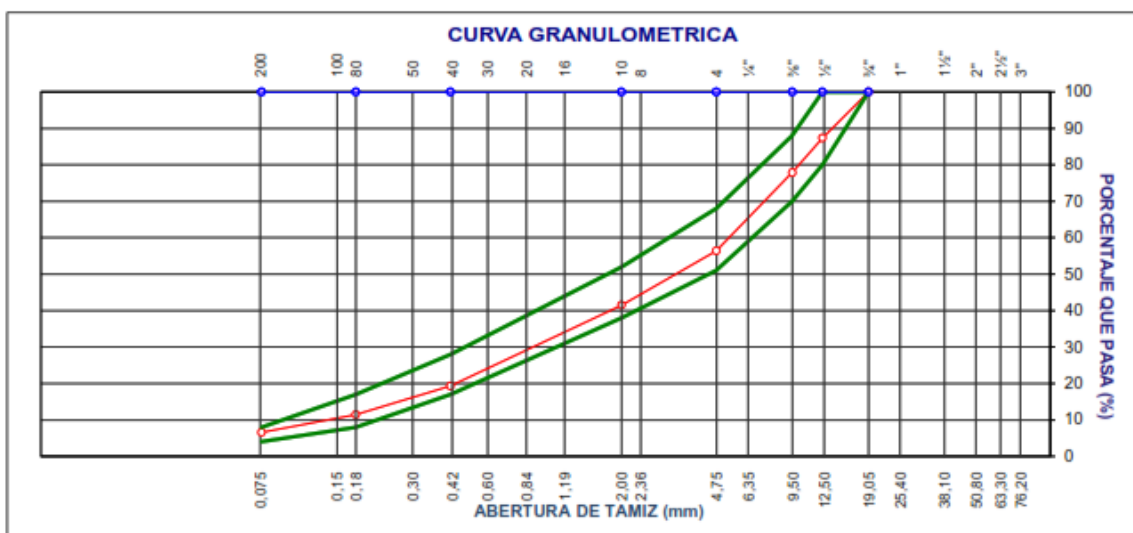
“EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL
ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR
VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023”

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Ubicación: Km. 12+900 L.lzq. CERTIFICADO: COMB. TEOR. - 001
MATERIAL: Mezcla de agregados para Mezcla asfáltica HECHO POR: Wilder Valdizan B.
CANTERA: Río Higuera ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto FECHA DE MUESTREO: 19/05/2023
MAC-2 FECHA DE ENSAYO: 20-05-23

COMPOSICION DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO (MAC 2)

TAMICES	ABERTURA (mm)	PIEDRA CHANCADA 3/4"	ARENA CHANCADA 1/4"	ARENA ZARANDEADA NATURAL 1/4"	CAL HIDRATADA	ESPECIFICACIONES (MAC 2)		MEZCLA	OBSERVACIONES
		42.0%	25.0%	32.0%	1.0%	MIN	MAX	100.0%	
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0	Cumple
1/2"	12.50	70.0	100.0	100.0	100.0	80	100	87.4	Cumple
3/8"	9.50	47.3	100.0	100.0	100.0	70	88	77.9	Cumple
Nº 4	4.75	2.0	96.3	95.3	100.0	51	68	56.4	Cumple
Nº 10	2.00	1.0	68.3	71.9	100.0	38	52	41.5	Cumple
Nº 40	0.42	0.0	35.8	29.2	99.7	17	28	19.3	Cumple
Nº 80	0.18	0.0	24.0	13.8	97.3	8	17	11.4	Cumple
Nº 200	0.075	0.0	15.0	5.8	93.7	4	8	6.6	Cumple



Observaciones:



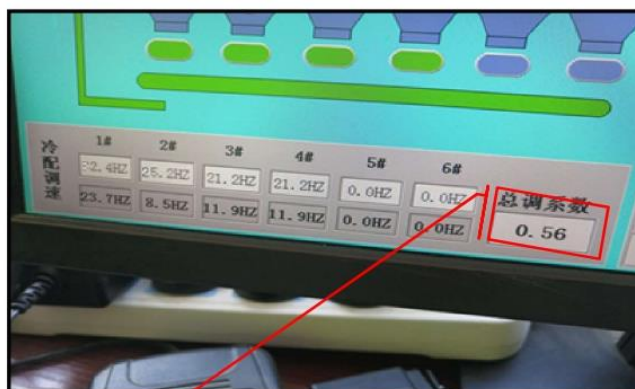
CURVA GRANULOMETRIA (COMBINACIONES)
ESPECIFICACIONES (MAC 2)

CHINA INGENIERO DE TUBOS Y TUBOS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos

ALIMENTACIÓN EN FRIO	FORMULA ORIGINAL (%)	OBSERVACIÓN
GRAVA 3/4"	21.2%	Hz
GRAVA 3/4"	21.2%	Hz
ARENA CHANCADA 1/4"	25.2%	Hz
ARENA ZARANDEADA 1/4"	32.4%	Hz
TOTAL	100.0%	Hz

La alimentación silos pre dosificadores en porcentaje de agregados (Laboratorio) y en Hz (software planta de asfalto)

ALIMENTACIÓN EN FRIO	FORMULA ORIGINAL (%)	OBSERVACIÓN
GRAVA 3/4"	21.2%	Hz
GRAVA 3/4"	21.2%	Hz
ARENA CHANCADA 1/4"	25.2%	Hz
ARENA ZARANDEADA 1/4"	32.4%	Hz
TOTAL	100.0%	Hz



Depresión (aspiración de polvo)

La aspiración de polvo para este diseño en las condiciones de los filtros de las mangas queda identificada trabaja con **56%**



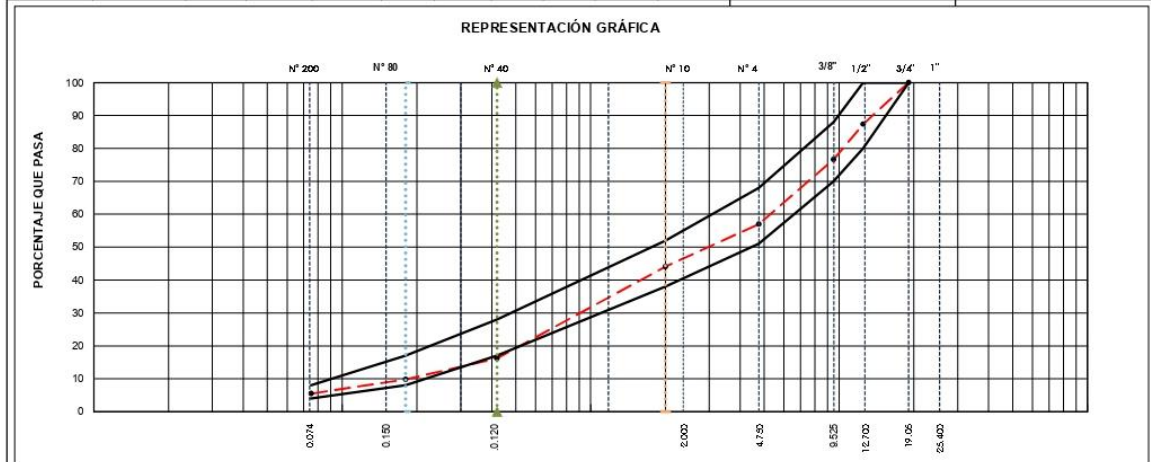
ALIMENTACIÓN DE TOLVAS EN FRIO



* FAJA TRANSPORTADORA


 INGENIERO DE SISTEMAS DE COMPUTACIÓN INGENIERO EN PONTES
 Ing. Guillermo Talar Hidalgo
 CIP 75869
 Especialista en Suelos y Pavimentos

TAMIZ		PORCENTAJE PASANTE							ESPECIFICACIÓN		PROPORCIONES (MEZCLA DE ARIDOS)	PROPORCIONES (MEZCLA DE ARIDOS + PEN)
Pulgadas	(mm)	Grava 19- 12.5mm	Gravilla 12.5-9.5 mm	Gravilla 9.5-4.75 mm	Arena 4.75-0 mm	Filler Natural	Cal	Mezcla				
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	GRAVA 19-12: 19.8%	GRAVA 19 - 12.5 18.7%
1/2"	12.500	37.7	95.8	100.0	100.0	100.0	100.0	87.4	80.0	100.0	GRAVILLA 12-9.5: 7.0%	GRAVILLA 12.5 - 9.5 6.6%
3/8"	9.500	2.1	55.2	95.4	100.0	100.0	100.0	76.6	70.0	88.0	GRAVILLA 9.5-4.75: 18.2%	GRAVILLA 9.5-4.75: 17.2%
Nº 4	4.750	0.5	0.2	11.1	99.8	100.0	100.0	57.0	51.0	68.0	ARENA F. 4.75-0: 52.5%	ARENA 4.75-0: 49.5%
Nº 10	2.000	0.3	0.1	0.3	79.0	100.0	100.0	44.1	38.0	52.0	CAL 1.0%	CAL: 0.9%
Nº 40	0.420	0.0	0.0	0.0	26.2	99.3	97.0	16.2	17.0	28.0	FILLER 1.5%	FILLER 1.4%
Nº 80	0.180	0.0	0.0	0.0	14.2	92.7	94.4	9.8	8.0	17.0	TOTAL 100.0%	PEN: 5.7%
Nº 200	0.075	0.0	0.0	0.0	7.0	53.8	87.0	5.5	4.0	8.0		
< Nº 200	FONDO											



OBSERVACIONES :

*.- Promedio de granulometrias, de las muestras tomadas en los buzones en caliente de la planta de asfalto

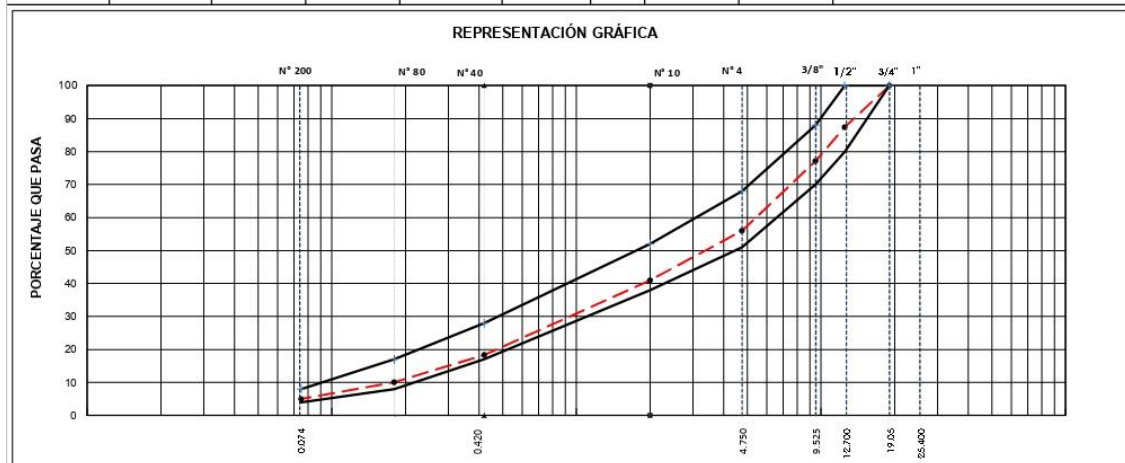



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CP 75989
 Especialista en Suelos y Pavimentos

ALIMENTACIÓN DE TOLVAS EN FRÍO				
% Grava	% Gravilla	% Arena Zarandeada	% Arena Chancada.	Total
21.2%	21.2%	25.2%	32.4%	100%

MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE						
Grava (19 - 12.5 mm)	% Gravilla (12 - 9.5 mm)	% Gravilla (9.5 - 4.7513 mm)	% Arena (4.75/3.0 - 0.0)	% Filler	CAL	TOTAL
19.8%	7.0%	18.2%	52.5%	1.5%	1.0%	100.0%

TAMIZ		PESO	PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN		PROPORCIONES	
Pulgadas	(mm)	g	Retenido	Acumulado	que pasa.				
3/4"	19.050				100.0	100.0	100.0	Tamaño Máximo:	19.00 mm
1/2"	12.500	1528.0	12.6	12.6	87.4	80.0	100.0	Arena:	6791.0 g
3/8"	9.500	1248.0	10.3	22.9	77.1	70.0	88.0	Gava:	5348.0 g
Nº 4	4.750	2572.0	21.2	44.1	55.9	51.0	68.0	Peso total:	12139.0 g
Nº 10	2.000	187.0	15.0	59.0	41.0	38.0	52.0	Fraccion:	698.7 g
Nº 40	0.420	282.6	22.6	81.7	18.3	17.0	28.0		
Nº 80	0.180	103.5	8.3	89.9	10.1	8.0	17.0		
Nº 200	0.075	63.2	5.1	95.0	5.0	4.0	8.0		
< Nº 200	FONDO		95.00						



OBSERVACIONES :



Agregados para mezcla asfáltica (Agregados en caliente de buzones)

Ing. Guisela Tufar Hidalgo

 CIP 78668

 Especialista en Suelos y Pavimentos

CARACTERIZACION DE LA CONBINACION PRACTICA DEL AGREGADO FINO:

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO -
LA UNIÓN-2023"

RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES (MEZCLA DE AGREGADO FINO PARA ASFALTO) - "RÍO HIGUERAS"

N°	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA															
			3/8"	N° 4	N° 6	N° 10	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200	Índice de plasticidad (malla N° 40)	Índice de plasticidad (malla N° 200)	Equivalente de arena	Salas solubles	Angularidad	Durabilidad (sulfato de magnesio)	Peso específico bulk (base seca)	Absorción
											MTC E 111	MTC E 111	MTC E 114	MTC E 219	MTC E 222	MTC E 209	MTC E 205	MTC E 205
1	21-05-2023	001	100.0	98.2	76.4	54.1	34.7	16.8	8.5	5.0	NP	3.1	68.0	0.15	43.2	3.62	2.650	1.13
2	22-05-2023	002	100.0	97.9	76.3	55.1	38.0	23.0	10.7	4.9	NP	3.5	69.0	0.20	43.0	3.03	2.650	1.13
Resumen Estadístico			Cantidad	2	2	2	2	2		2		2	2	2	2	2	2	2
			Suma	200.0	196.1	152.7	109.2	72.7		9.9		6.6	137.0	0.4	86.2	6.6	5.3	2.3
			Máximo	100.0	98.2	76.4	55.1	38.0		5.0		3.5	69.0	0.2	43.2	3.6	2.6	1.1
			Mínimo	100.0	97.9	76.3	54.1	34.7		4.9		3.1	68.0	0.2	43.0	3.0	2.6	1.1
			Promedio	100.0	98.1	76.4	54.6	36.3		5.0	NP	3.3	69	0.18	43.1	3.32	2.650	1.13
			Des. Estandar	0.0	0.2	0.1	0.7	2.3		0.0		0.3	0.7		0.2		0.0	0.0
Especificación			%Max								NP	4	-	0.5	-	18	NA	0.50
			%Min								NP	-	45	-	30	-	NA	-
			Cumple								SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	(*)

(**) Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica


Ing. Guillermo Tovar Hualpa
 CP 750689
 Especialista en Obras y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136

Material : Agregado Fino - combinación

Hecho Por : W. Valdizan B.

Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Fecha de Muestreo : 21/05/2023

Lado : Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

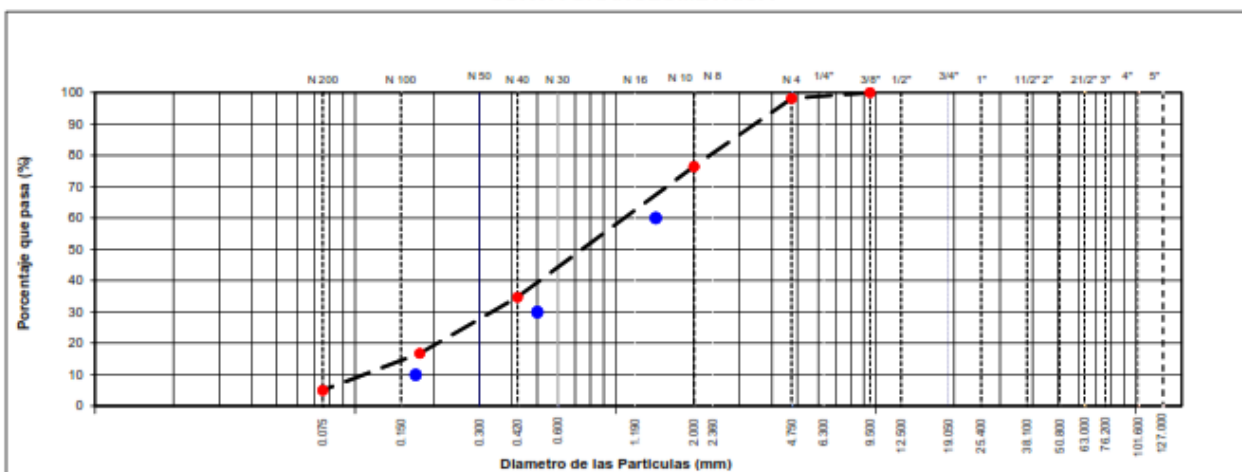
Fecha de Ensayo : 22/05/2023

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 955.6 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Angularidad : 43.2
2"	50.800						Equivalente de Arena : 65.0
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : 0.15
3/4"	19.050						Durabilidad : 3.62
1/2"	12.500						Gravedad Específica : 2.650
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : 1.13
1/4"	6.300						% Grava : 1.0
N° 4	4.750	17.3	1.8	1.8	98.2		Contenido de Humedad (%)
N° 5	2.360	225.3	23.6	23.6	76.4		
N° 10	2.000						% Arena : 93.2
N° 16	1.190	213.2	22.3	45.9	54.1		% Fino : 5.0
N° 20	0.840						Cu : 0.37
N° 30	0.600	105.4	19.4	65.3	34.7		Cc : 1.03
N° 40	0.420						Pot. de Expansión: -----
N° 50	0.300	171.4	17.9	83.2	16.8		Índice de Consistencia
N° 60	0.177						
N° 100	0.150	79.3	8.3	91.5	8.5		OBSERVACIONES :
N° 200	0.075	33.3	3.5	95.0	5.0		
Platillo		30.4	3.2	98.2			

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CRP 75609

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E 110 / ASTM D 4318
MTC E 111 / ASTM D 4318

Material : Agregado Fino - combinación

Hecho Por : W. Valdizan B.

Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Fecha de Muestreo : 21/05/2023

Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Fecha de Ensayo : 22/05/2023

Material Pasante Tamiz N° 40

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.		
Peso de Recipiente (C)	gr.		
Peso del Agua (A-B)	gr.		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%		
Golpes	N°		

NP

NP

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :

Mezcla de arenas

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75609
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA
UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E 110 / ASTM D 4318
MTC E 111 / ASTM D 4318

Material : Agregado Fino - combinación

Cantera: *Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 21/05/2023

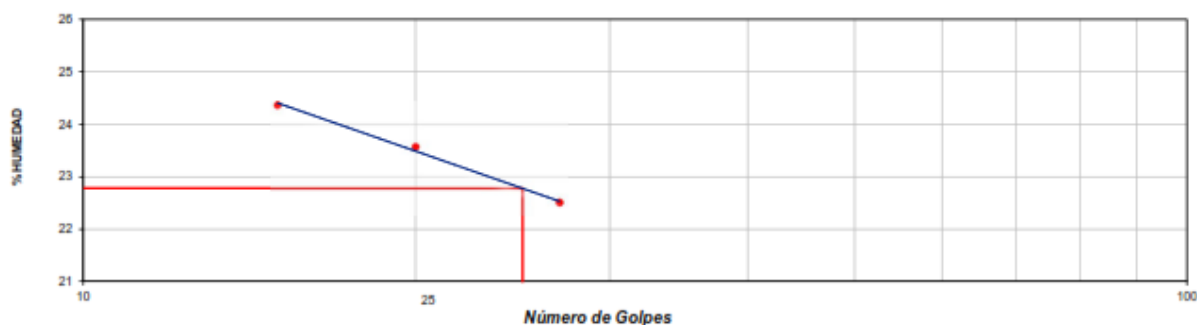
Fecha de Ensayo : 23/05/2023

Material Pasante Tamiz N° 200

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
		10	12	14		10	8		
Recipiente	N°								
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	32.11	36.00	32.80		18.20	16.00		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	28.47	31.71	29.25		16.40	14.57		
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.53	13.51	13.48		7.26	7.27		
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.64	4.29	3.55		1.80	1.43		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	14.94	18.20	15.77		9.14	7.30		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	24.36	23.57	22.51		19.69	19.59		
Golpes	N°	15	20	27					

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	22.8	19.6	3.1

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :

Mezcla de arenas

CON ACERTIO Y FIRMAS DE LOS RESPONSABLES DEL PEB
Ing. Gualberto Tafur Hidalgo
CIP 75588
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114 / ASMT D 2419

Material : Agregado Fino - combinación

Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdivia B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 21/05/2023

Fecha de Ensayo : 22/05/2023

DATOS DE LA MUESTRA

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	00:00	00:02	00:04
4	Hora de Salida	00:10	00:12	00:14
5	Hora de Entrada	00:12	00:14	00:16
6	Hora de Salida	00:32	00:34	00:36
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	3.00	3.10	3.20
8	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	4.50	4.50	4.80
9	Equivalente de Arena (%)	66.7	68.9	66.7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		67.4	
11	Equivalente de Arena (%)		68.0	

OBSERVACIONES:

Mezcla de agregados

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75889
Especialista en Suelos y Pavimentos



II ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E 219

Material : Agregado Fino - combinación

Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Lado : Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 21/05/2023

Fecha de Ensayo : 22/05/2023

AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA				
A.-	N° Recipiente		3	1			
B.-	Peso (Biker 250 ml.)	Gr.	96.16	96.71			
C.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	Gr.	96.20	96.72			
D.-	Peso de Sal (B-C)	Gr.	0.02	0.01			
E.-	Peso de Agregado	Gr.	100.0	100.0			
F.-	Aforo de Agua Total	Cc.	500.0	500.0			
G.-	Volumen de Agua Utilizado	Cc.	50.0	50.0			
H.-	Sales Solubles $(1/((G \times E)/(D \times F))) \times 100$	%	0.200	0.100			
	Promedio Sales Solubles	%	0.150				

OBSERVACIONES:

CON VALOR A FAVOR DEL COMITÉ NACIONAL DE FOM
Ing. Guido Tafur Hidalgo
CIP 75009
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209 / ASTM C 88

Material : Agregado Fino - combinación
Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 21/05/2023
Fecha de Ensayo : 27/05/2023

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL (%)	PESO ANTES DEL ENSAYO (gr.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO (%)	% DE PERDIDA CORREGIDAS (%)
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	1.5	0.0	0.0	0.00	0.00	0.61
N° 4	N° 8	23.6	100.0	97.4	2.60	2.60	0.61
N° 8	N° 16	22.3	100.0	95.7	4.30	4.30	0.96
N° 16	N° 30	19.4	100.0	96.2	3.80	3.80	0.74
N° 30	N° 50	17.9	100.0	96.1	3.90	3.90	0.70
TOTALES		85.0	400.0		3.62		

OBSERVACIONES :

Mezcla de arenas

CHINA RAILWAY ENGINEERING CORPORATION
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL
CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

MTC E 205 / ASTM C 128

Material : Agregado Fino - combinación
Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

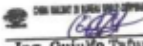
Hecho Por : W. Valdivia B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 21/05/2023
Fecha de Ensayo : 23/05/2023

AGREGADO FINO COMBINADO

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	gr.	300.0	300.0		
B). Peso Frasco + Agua	gr.	690.7	691.7		
C). Peso Frasco + Agua + Material = (A+B)	gr.	990.7	991.7		
D). Peso del Mat. + Agua en el Frasco	gr.	678.8	679.7		
E). Volumen de Masa + Vol de Vacío = (C-D)	gr.	111.9	112.0		
F). Peso De Mat. Seco en Estufa (105°C)	gr.	296.7	296.6		
G). Volumen de Masa = E-(A-F)	gr.	106.6	106.6		
Peso Bulk (Base Seca) = (F/E)	gr/cc.	2.651	2.646		2.650
Peso Bulk (Base Saturada) = (A/E)	gr/cc.	2.651	2.679		2.680
Peso Aparente (Base Seca) = (F/G)	gr/cc.	2.732	2.731		2.732
% de Absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.11	1.15		1.13

OBSERVACIONES :

Mezclas de arenas


 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 755625
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANGULARIDAD DE LA ARENA MTC E 222

Material :	Agregado Fino - combinación	Hecho Por : W. Valdizan B.
Cantera:	"Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"	Ing. Responsable : G. Tafur H.
Ubicación:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	Fecha de Muestreo : 21/05/2023
	Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)	Fecha de Ensayo : 23/05/2023

N°	Ensayo	1	2	3
1	Peso Material + Molde (grs)	271.6	271.0	269.6
2	Peso Del Molde (grs)	121.0	121.0	121.0
3	Peso Neto Del Material (grs)	150.6	150	148.6
4	Volumen Del Molde (cc)	96.1	96.1	96.1
5	Peso Unitario (gr/cc)	1.535	1.529	1.517
6	Promedio	1.527		

El peso específico Bulk base seca se realizó con el Agregado fino pasante del tamiz N° 8

N°	Ensayo	1	2	3
1	Peso del Material (gr) (P)	300.0	300.0	
2	Peso de la Fiola + H2O (gr) (P1)	645.5	673.5	
3	Peso de la Fiola + H2O Sin Vacíos (P2)	637.2	661.6	
4	P.E. Bul Base Seca ((1/(1+2-3)))	2.695	2.651	
5	Promedio P.E. Bulk Base Seca	2.688		

FORMULA

((P/(P+P1-P2)))

N°	Ensayo	1	2	3
1	Peso Especifico Seco (Gsb)	2.655	2.655	2.655
2	Volumen de Molde(V)	96.1	96.1	96.1
3	Peso de material en el molde (w)	150.6	150	148.6
4	Angularidad de agregado fino %	42.9	43.1	43.6
5	Promedio	43.2		

ANGULARIDAD = $(V \cdot (W/Gsb)/V) \cdot 100$ 43.2 %

Observaciones

El agregado fino para la angularidad se realizó con el pasante del tamiz N° 8 y retenido en el N° 200

El peso específico Bulk base seca se realizó con el Agregado fino pasante del tamiz N° 8


Ing. Guille Tafur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

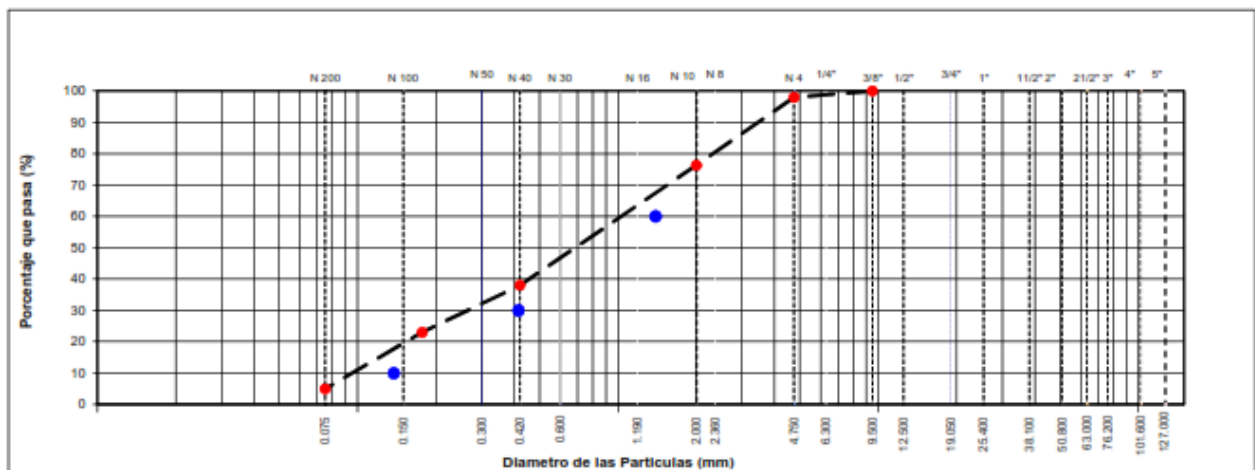
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 / ASTM C 136

Material :	Agregado Fino - combinación	Hecho Por :	W. Valdivia B.
Cantera:	"Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"	Ing. Responsable :	G. Tafur H.
Ubicación:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	Fecha de Muestreo :	22/05/2023
Lado :	Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)	Fecha de Ensayo :	24/05/2023
		Tamaño Máximo :	3/8"
		Peso Inicial Seco :	655.3 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						Limite Líquido (LL) : NP
4"	101.600						Limite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300						Angularidad : 43.0
2"	50.800						Equivalente de Arena : 69.0
1 1/2"	38.100						Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400						Sales Solubles : 0.20
3/4"	19.050						Durabilidad : 3.03
1/2"	12.500						Gravedad Específica : 2.650
3/8"	9.500				100.0		% Absorción : 1.13
1/4"	6.300						% Grava : 2.1
N° 4	4.750	16.2	2.1	2.1	97.9		Contenido de Humedad (%)
N° 8	2.360	209.6	23.7	23.7	76.3		
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	166.2	21.3	44.9	55.1		Índice de Consistencia
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	151.3	17.1	62.0	38.0		
N° 40	0.420						Pot. de Expansión: -----
N° 50	0.300	132.5	15.0	77.0	23.0		OBSERVACIONES :
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	106.7	12.3	89.3	10.7		
N° 200	0.075	51.3	5.8	95.1	4.9		
Platillo		25.5	2.9	97.9			

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO -
LA UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

MTC E 110 / ASTM D 4318

MTC E 111 / ASTM D 4318

Material : Agregado Fino - combinación
Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 22/05/2023
Fecha de Ensayo : 25/05/2023

Material Pasante Tamiz N° 40

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.		
Peso de Recipiente (C)	gr.		
Peso del Agua (A-B)	gr.		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
Golpes	N°		

NP

NP

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :

Mezcla de arenas

CON SEÑAL A SUERTE DESEMPLEADO POR EL 100

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 750600
Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA
UNIÓN-2023"**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E 110 / ASTM D 4318
MTC E 111 / ASTM D 4318**

Material : Agregado Fino - combinación
Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandead
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

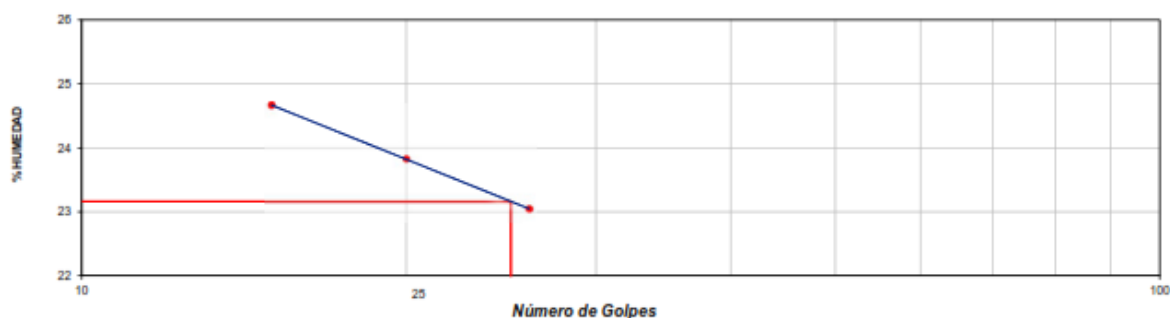
Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 22/05/2023
Fecha de Ensayo : 26/05/2023

Material Pasante Tamiz N° 200

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
Recipiente	N°	12	15	16		2	9		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	32.16	35.96	32.76		10.10	15.96		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.47	31.66	29.16		16.34	14.51		
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.51	13.53	13.56		7.23	7.19		
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.69	4.32	3.60		1.76	1.47		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	14.96	18.13	15.62		9.11	7.32		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	24.67	23.83	23.05		19.32	20.06		
Golpes	N°	15	20	26					

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	23.2	19.7	3.5

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :

Mezcla de arenas

CON FOLIO 3 DE 3 (FOLIO 3 DE 3) (FOLIO 3 DE 3) (FOLIO 3 DE 3)

[Signature]

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75068
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN
60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114 / ASMT D 2419

Material : Agregado Fino - combinación

Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdivia B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 22/05/2023

Fecha de Ensayo : 24/05/2023

DATOS DE LA MUESTRA

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	00:00	00:02	00:04
4	Hora de Salida	00:10	00:12	00:14
5	Hora de Entrada	00:12	00:14	00:16
6	Hora de Salida	00:32	00:34	00:36
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	3.10	3.20	3.00
8	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	4.50	4.60	4.50
9	Equivalente de Arena (%)	68.9	69.6	66.7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	68.4		
11	Equivalente de Arena (%)	69.0		

OBSERVACIONES:

Mezcla de agregados

CON VALIDEZ A LAS 12:00 HORAS DEL 24/05/2023

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75889
Especialista en Suelos y Pavimentos



EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
MTC E 219

Material : Agregado Fino - combinación

Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Lado : Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdizan B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 22/05/2023

Fecha de Ensayo : 24/05/2023

AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
A.-	N° Recipiente		2	1		
B.-	Peso (Baker 250 ml.)	Gr.	95.82	95.71		
C.-	Peso + Sal + Baker 250 ml.	Gr.	95.84	95.73		
D.-	Peso de Sal (B-C)	Gr.	0.02	0.02		
E.-	Peso de Agregado	Gr.	100.0	100.0		
F.-	Aforo de Agua Total	Cc.	500.0	500.0		
G.-	Volumen de Agua Utilizado	Cc.	50.0	50.0		
H.-	Sales Solubles $(1/((G \times E)/(D \times F))) \times 100$	%	0.200	0.200		
	Promedio Sales Solubles	%	0.200			

OBSERVACIONES:

CHILE INICIÓ A TRABAJAR EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUEBLO
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75000
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209 / ASTM C 88

Material : Agregado Fino - combinación
Cantera: "Arena chancada 1/4" Higuera y arena zarandeada 1/4" Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Combinación física para Asfalto (Huso Mac - 2)

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 22/05/2023
Fecha de Ensayo : 27/05/2023

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL (%)	PESO ANTES DEL ENSAYO (gr.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO (%)	% DE PERDIDA CORREGIDAS (%)
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	2.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.43
N° 4	N° 8	23.7	100.2	96.4	1.80	1.80	0.43
N° 8	N° 16	21.3	100.6	96.2	4.40	4.37	0.93
N° 16	N° 30	17.1	100.4	97.3	3.10	3.09	0.53
N° 30	N° 50	15.0	100.0	95.2	4.80	4.80	0.72
TOTALES		79.0	401.2		3.03		

OBSERVACIONES :

Mezcla de arenas

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION CORPORATION LIMITED
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75569
Especialista en Suelos y Pavimentos

***RESUMEN DE ENSAYOS
DE MATERIALES -
(AGREGADO GRUESO
PAR SFALTO < 3/4") -
CANTERA RÍO
HIGUERAS***



**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"**

RESUMEN DE ENSAYOS DE MATERIALES - (AGREGADO GRUESO PAR SFALTO < 3/4") - CANTERA RÍO HIGUERAS

N°	FECHA DE ENSAYO	MUESTRA	% QUE PASA LA GRANULOMETRIA								CARACTERISITCAS DEL AGREGADO							
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	01 cara fracturada	02 caras fracturadas	Chetas y alargadas	Abrasión	Sales solubles	Durabilidad	Peso específico bulk (base seca)	Absorción
1	23-05-2023	001	100.0	100.0	100.0	100.0	71.5	49.0	3.1	0.0	93.9	89.8	4.37	19.0	0.23	5.20	2.738	0.47
2	23-05-2023	002	100.0	100.0	100.0	100.0	71.6	50.4	2.6	0.0	94.2	89.4	4.56	20.0	0.25	6.80	2.735	0.50
Resumen Estadístico	Cantidad		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Suma		200.0	200.0	200.0	200.0	143.2	99.4	5.6	0.0	188.1	179.3	8.93	39.0	0.48	12.00	5.473	0.97
	Máximo		100.0	100.0	100.0	100.0	71.6	50.4	3.1	0.0	94.2	89.8	4.56	20.0	0.25	6.80	2.735	0.50
	Mínimo		100.0	100.0	100.0	100.0	71.5	49.0	2.6	0.0	93.9	89.4	4.37	19.0	0.23	5.20	2.735	0.47
	Promedio		100.0	100.0	100.0	100.0	71.6	49.7	2.9	0.0	94.0	89.6	4.46	19.5	0.24	6.00	2.736	0.49
	Des. Estandar		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.3	0.0	0.2	0.3	0.14	0.7			0.002	0.020
											-	-	≤ 3.5%	≤ 40%			≤ 0.5%	≤ 18%
Especificación			%Min								≥ 60%	≥ 40%	-	-	-	-	-	-
			Cumple								SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	SI


Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 750699
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

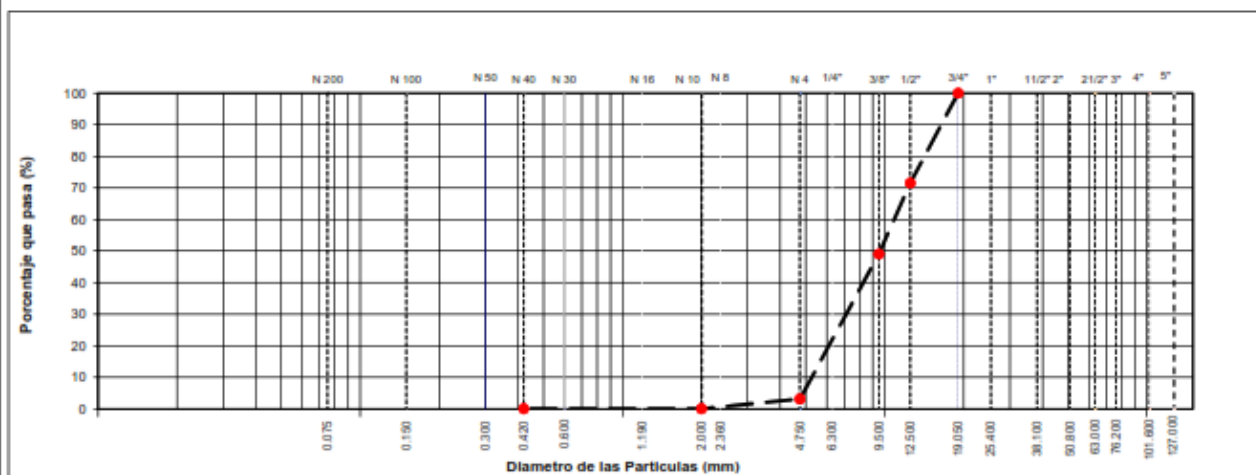
Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera : "Río Higuera"
Ubicación : Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 23/05/2023
Fecha de Ensayo : 24/05/2023

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 6564 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : 93.9
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : 69.6
3"	76.200						Chatas y alargadas : 4.37
2 1/2"	63.300						Abrasión : 19.0
2"	50.800						Sales Solubles : 0.23
1 1/2"	38.100						Durabilidad : 7.41
1"	25.400						Peso Especifico Bulk (BS) : 2.736
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	1955.0	28.5	28.5	71.5		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	1545.0	22.5	51.0	49.0		% Grava : 96.9
1/4"	6.300						% Arena : 3.1
Nº 4	4.750	3150.0	45.9	96.9	3.1		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.06
Nº 10	2.000	213.6	3.1	100.0	0.0		Indice de Consistencia
Nº 16	1.190						Cc : 0.59
Nº 20	0.840						Pot. de Expansión: -----
Nº 30	0.600						OBSERVACIONES :
Nº 40	0.420	0.0	0.0	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75668
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70)
DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CARAS FRACTURADAS MTC E 210

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera : "Río Higuera"
Ubicación : Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 23/05/2023
Fecha de Ensayo : 24/05/2023

A- CON UNA CARA FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1955.0	1835.9	93.9	55.9	5245.4
1/2"	3/8"	1545.0	1450.0	93.9	44.1	4142.9
TOTAL		3500.0	3285.9	187.8	100.0	9388.3

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{9388.3}{100.0} = 93.9 \%$$

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1955.0	1755.2	89.8	55.9	5014.9
1/2"	3/8"	1545.0	1388.5	89.9	44.1	3967.1
TOTAL		3500.0	3143.7	179.7	100.0	8982.0

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{8982.0}{100.0} = 89.8 \%$$

OBSERVACIONES :

CONSEJO DE SUELOS Y PAVIMENTOS INGENIERIA DEL PERU
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP: 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 -
PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D 4791

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdivia B.

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 23/05/2023

Fecha de Ensayo : 24/05/2023

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700	1955.0	29.4	32.5	2.0	6.15	1.81
3/8"	9.500	1545.0	23.2	35.8	2.0	5.59	1.30
Nº 4	4.750	3150.0	47.4	75.2	2.0	2.66	1.26
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:		6650.0					

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	4.37
-----------------------------------	------

OBSERVACIONES:

CON SEÑAL DE SUJETO PARA IDENTIFICAR MUESTRA DEL PAV
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75069
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUANUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ABRASIÓN LOS ANGELES MTC E 207 / ASTM C 131

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 23/05/2023
Fecha de Ensayo : 24/05/2023

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"	1250	-	-	-
1" - 3/4"	1250	-	-	-
3/4" - 1/2"	1250	2500	-	-
1/2" - 3/8"	1250	2500	-	-
3/8" - 1/4"	-	-	2500	-
1/4" - Nº4	-	-	2500	-
Nº4 - Nº8	-	-	-	5000
Peso Muestra	5000.0	5000.0	5000.0	
Peso Retenido Tamiz Nº 12		4048.5		
Peso Pasante Tamiz Nº 12		951.5		
% DESGASTE		19.0		
PROMEDIO	19.0			

OBSERVACIONES:


 Ing. Guisaf Tafur Hidalgo
 CIP 75608
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR
VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E 219

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdivia B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 24/05/2023
Fecha de Ensayo : 26/05/2023

AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
A.-	N° Recipiente		2	3		
B.-	Peso (Baker 250 ml.)	Gr.	96.62	96.16		
C.-	Peso + Sal + Baker 250 ml.	Gr.	96.93	96.30		
D.-	Peso de Sal (B-C)	Gr.	0.11	0.12		
E.-	Peso de Agregado	Gr.	500.0	500.0		
F.-	Aforo de Agua Total	Cc.	500.0	500.0		
G.-	Volumen de Agua Utilizado	Cc.	50.0	50.0		
H.-	Salas Solubles $(1/((GxE)/(DxF))) \times 100$	%	0.22	0.24		
	Promedio Sales Solubles	%	0.23			

OBSERVACIONES:

CHILE MANTIENE SU SOBERANIA SOBRE LOS TERRITORIOS QUE LE PERTENECEN

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75068
Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA
UNIÓN-2023"**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
MTC E 209 / ASTM C 88 / AASHTO T 104**

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 23/05/2023
Fecha de Ensayo : 25/05/2023

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL (%)	PESO ANTES DEL ENSAYO (gr.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO (%)	% DE PERDIDA CORREGIDAS (%)
PASANTE	RETENIDO						
2"	1 1/2"	0.0					
1 1/2"	1"	0.0					
1"	3/4"	0.0					
3/4"	1/2"	25.5	670.0	660.0	10.00	1.49	0.43
1/2"	3/8"	22.5	332.0	327.9	4.10	1.23	0.28
3/8"	N° 4	45.9	301.0	257.0	44.00	14.62	6.71
TOTALES		96.9	1303.0				7.41

OBSERVACIONES :


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CP 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70)
DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

MTC E 206 / ASTM C 127

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera : "Río Higuera"
Ubicación : Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdizan B.
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 23/05/2023
Fecha de Ensayo : 25/05/2023

AGREGADO GRUESO

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2013.5	2132.7		
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1281.8	1356.8		
C). Vol. de Masa + Vol de Vacios = A-B	gr.	731.7	775.9		
D). Peso Material Seco al Horno (110 °C)	gr.	2004.0	2123.0		
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	gr.	722.2	766.2		
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	gr/cc.	2.739	2.736		2.738
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	gr/cc.	2.752	2.749		2.750
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	gr/cc.	2.775	2.771		2.773
% de Absorción = ((A -D)/D)*100	%	0.47	0.46		0.47

OBSERVACIONES:

CON REGISTRO DE SUJETO EN EL REGISTRO NACIONAL DEL PUE
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75009
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTG E 204 / ASTM C 136

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera : "Río Higuera"
Ubicación : Laboratorio de Suelos, C

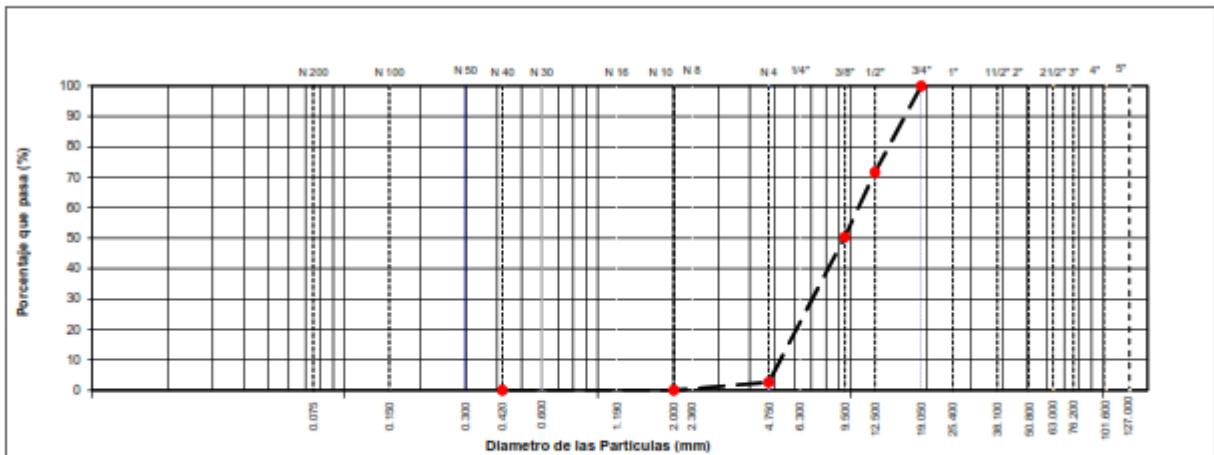
Hecho Por : W. Valdizan B>
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 24/05/2023
Fecha de Ensayo : 24/05/2023

Muestra : Tomada de producción km 12+900 LI

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 7012 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : 94.2
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : 89.4
3"	76.200						Chatas y alargadas : 4.56
2 1/2"	63.300						Abrasión : 20.0
2"	50.800						Sales Solubles : 0.250
1 1/2"	38.100						Durabilidad : 3.03
1"	25.400						Peso Especifico : 2.735
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : -----
1/2"	12.500	1988.0	28.4	28.4	71.6		Peso Unitario Compacto : -----
3/8"	9.500	1489.0	21.2	49.6	50.4		% Grava : 97.4
1/4"	6.300						% Arena : 2.6
Nº 4	4.750	3350.0	47.8	97.4	2.6		% Fino : 0.0
Nº 6	2.360						Cu : 2.03
Nº 10	2.000	185.0	2.6	100.0	0.0		Cc : 0.88
Nº 16	1.190						Pot. de Expansión: -----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	0.0	0.0	100.0			
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA



CON TÍTULO O SÍMBOLO DE INGENIERO REGISTRADO EN PERÚ
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75888
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CARAS FRACTURADAS MTC E 210

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Cantera: "Río Higuera"
Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdivia B
Ing. Responsable : G. Tafur H.
Fecha de Muestreo : 24/05/2023
Fecha de Ensayo : 25/05/2023

A- CON UNA CARA FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1988.0	1895.5	95.3	57.2	5451.5
1/2"	3/8"	1489.0	1380.0	92.7	42.8	3968.9
TOTAL		3477.0	3275.5	188.0	100.0	9420.5

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{9420.5}{100.0} = 94.2 \%$$

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1988.0	1800.0	90.5	57.2	5176.9
1/2"	3/8"	1489.0	1310.0	88.0	42.8	3767.6
TOTAL		3477.0	3110.0	178.5	100.0	8944.5

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{8944.5}{100.0} = 89.4 \%$$

OBSERVACIONES :


 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D 4791

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
 Cantera: "Río Higuera"
 Ubicación: Laboratorio de Suelos, Con:
 Lado :
 Hecho Por : W. Valdizan B>
 Ing. Responsable : G. Tafur H.
 Fecha de Muestreo : 24/05/2023
 Fecha de Ensayo : 25/05/2023

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700	1955.0	29.1	32.5	3.0	9.23	2.69
3/8"	9.500	1409.0	21.8	35.8	2.0	5.59	1.22
N° 4	4.750	3350.0	49.1	75.2	1.0	1.33	0.65
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:		6827.0					

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	4.56
-----------------------------------	------

OBSERVACIONES:


 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75600
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL
TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
MTC E 207 / ASTM C 131 / AASHTO T 96

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"

Hecho Por : W. Valdizan B>

Cantera: "Río Higuera"

Ing. Responsable : G. Tatur H.

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Fecha de Muestreo : 24/05/2023

Fecha de Ensayo : 26/05/2023

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"	1250	-	-	-
1" - 3/4"	1250	-	-	-
3/4" - 1/2"	1250	2500	-	-
1/2" - 3/8"	1250	2500	-	-
3/8" - 1/4"	-	-	2500	-
1/4" - Nº4	-	-	2500	-
Nº4 - Nº6	-	-	-	5000
Peso Muestra	5000.0	5000.0	5000.0	
Peso Retenido Tamiz Nº 12		4000.0		
Peso Pasante Tamiz Nº 12		1000.0		
% DESGASTE		20.0		
PROMEDIO		20.0		

OBSERVACIONES:


 Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 75685
 Especialista en Suelos y Pavimentos



ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
MTC E 219**

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4" Hecho Por : W. Valdivia B>
 Cantera: "Rio Higueras" Ing. Responsable : G. Tafur H.
 Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha de Muestreo : 24/05/2023
 Fecha de Ensayo : 25/05/2023

AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA				
A.-	N° Recipiente		2	3			
B.-	Peso (Biker 250 ml.)	Gr.	98.82	98.16			
C.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	Gr.	98.94	98.31			
D.-	Peso de Sal (B-C)	Gr.	0.12	0.130			
E.-	Peso de Agregado	Gr.	500.0	500.0			
F.-	Aforo de Agua Total	Cc.	500.0	500.0			
G.-	Volumen de Agua Utilizado	Cc.	50.0	50.0			
H.-	Sales Solubles $(1/((G \times E)/(D \times F))) \times 100$	%	0.24	0.26			
	Promedio Sales Solubles	%	0.25				

OBSERVACIONES:

CON VALIDEZ A LAS 18:00 HORAS DEL DIA 25/05/2023
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 750000
 Especialista en Suelos y Pavimentos



中国铁建

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

MTC E 209 / ASTM C 88 / AASHTO T 104

Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"

Cantera: "Río Higuera"

Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Hecho Por : W. Valdivia B>

Ing. Responsable : G. Tafur H.

Fecha de Muestreo : 24/05/2023

Fecha de Ensayo : 29/05/2023

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL (%)	PESO ANTES DEL ENSAYO (gr.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO (%)	% DE PERDIDA CORREGIDAS (%)
PASANTE	RETENIDO						
2"	1 1/2"	0.0					
1 1/2"	1"	0.0					
1"	3/4"	0.0					
3/4"	1/2"	28.4	669.6	662.1	7.50	1.12	0.32
1/2"	3/8"	21.2	329.6	319.1	10.70	3.24	0.69
3/8"	N° 4	47.8	300.6	254.1	16.50	5.49	2.62
TOTALES		97.4	1300.0				3.63

OBSERVACIONES :

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION CORPORATION LIMITED
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 756069
Especialista en Suelos y Pavimentos

***PASTONES DE CONCRETO
ASFÁLTICO CON 0.2% DE
ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE
DEL PESO DEL CEMENTO
ASFÁLTICO.***

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Parciales				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.9	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	145.7	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	120.1	119.5	119.0	118.2	117.6
3/8 a N°4	21.2	247.6	246.3	245.2	243.7	242.4
N°4 a N°10	15.0	175.0	174.0	173.3	172.2	171.3
Menor de N°10	41.0	478.7	476.2	474.2	471.2	468.7
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1157.4	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	72.6	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Acumulado				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.9	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	145.7	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	267.2	265.8	264.7	263.0	261.6
3/8 a N°4	21.2	514.8	512.1	509.9	506.7	504.0
N°4 a N°8	15.0	689.8	686.1	683.2	678.9	675.2
Menor de N°8	41.0	1168.5	1162.4	1157.4	1150.1	1143.9
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1157.4	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	72.6	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE Pesos Parciales..				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.9	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	189.5	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	156.3	155.4	154.8	153.8	153.0
3/8 a N°4	21.2	322.1	320.4	319.0	317.0	315.3
N°4 a N°8	15.0	227.6	226.4	225.4	224.0	222.8
Menor de N°8	41.0	622.8	619.5	616.9	612.9	609.6
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1505.6	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.0	88.0	94.4	104	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE(Pesos Acumulados)				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.9	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	189.5	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	347.6	345.8	344.3	342.1	340.3
3/8 a N°4	21.2	669.7	666.1	663.3	659.1	655.6
N°4 a N°8	15.0	897.2	892.5	887.3	883.1	878.4
Menor de N°8	41.0	1520.0	1512.0	1504.2	1496.0	1488.0
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1505.6	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.00	88.00	94.4	104.00	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.


 CON VALORES Y PUNOS PARA DETERMINAR NECESIDAD DEL PUN

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos

***PASTONES DE
CONCRETO ASFÁLTICO
CON 0.3% DE ADITIVO
QUIMIBOND ADVANCE
DEL PESO DEL
CEMENTO ASFÁLTICO.***

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.3% DE QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Parciales				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.8	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	145.8	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	120.1	119.5	119.1	118.2	117.6
3/8 a N°4	21.2	247.6	246.3	245.5	243.7	242.4
N°4 a N°10	15.0	175.0	174.0	173.5	172.2	171.3
Menor de N°10	41.0	478.7	476.2	474.7	471.2	468.7
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1158.7	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	71.3	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.3% DE QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Acumulado				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.8	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	145.8	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	267.2	265.8	265.0	263.0	261.6
3/8 a N°4	21.2	514.8	512.1	510.5	506.7	504.0
N°4 a N°8	15.0	689.8	686.1	683.9	678.9	675.2
Menor de N°8	41.0	1168.5	1162.4	1158.7	1150.1	1143.9
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1158.7	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	71.3	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos


 CHINA VALLEY DE BARRIO DE LOS CERRITOS, NECA, NECA, NECA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.3% DE QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE Pesos Parciales..				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.8	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	189.7	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	156.3	155.4	155.0	153.8	153.0
3/8 a N°4	21.2	322.1	320.4	319.3	317.0	315.3
N°4 a N°8	15.0	227.6	226.4	225.7	224.0	222.8
Menor de N°8	41.0	622.8	619.5	617.5	612.9	609.6
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1507.2	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.0	88.0	92.8	104	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

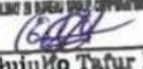
Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.3% DE QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE(Pesos Acumulados)				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.8	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	189.7	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	347.6	345.8	344.7	342.1	340.3
3/8 a N°4	21.2	669.7	666.1	664.0	659.1	655.6
N°4 a N°8	15.0	897.2	892.5	888.0	883.1	878.4
Menor de N°8	41.0	1520.0	1512.0	1505.5	1496.0	1488.0
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1507.2	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.00	88.00	92.8	104.00	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.


 CHIM VALLEY S.A. AV. BOLIVAR 1000, GUAYAQUIL, ECUADOR

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75889
 Especialista en Susios y Pavimentos

***PASTONES DE CONCRETO
ASFÁLTICO CON 0.4% DE
ADITIVO QUIMIBOND
ADVANCE DEL PESO DEL
CEMENTO ASFÁLTICO.***

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Parciales				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.7	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	146.0	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	120.1	119.5	119.2	118.2	117.6
3/8 a N°4	21.2	247.6	246.3	245.8	243.7	242.4
N°4 a N°10	15.0	175.0	174.0	173.7	172.2	171.3
Menor de N°10	41.0	478.7	476.2	475.2	471.2	468.7
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1159.9	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	70.1	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

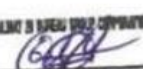
Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Acumulado				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.7	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	146.0	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	267.2	265.8	265.2	263.0	261.6
3/8 a N°4	21.2	514.8	512.1	511.0	506.7	504.0
N°4 a N°8	15.0	689.8	686.1	684.7	678.9	675.2
Menor de N°8	41.0	1168.5	1162.4	1159.9	1150.1	1143.9
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1159.9	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	70.1	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos


 CON VALORES DE BASES PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE PEN

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75888
 Especialista en Suelos y Pavimentos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE Pesos Parciales..				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.7	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	189.9	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	156.3	155.4	155.1	153.8	153.0
3/8 a N°4	21.2	322.1	320.4	319.7	317.0	315.3
N°4 a N°8	15.0	227.6	226.4	225.9	224.0	222.8
Menor de N°8	41.0	622.8	619.5	618.2	612.9	609.6
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1508.8	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.0	88.0	91.2	104	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

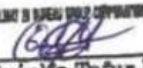
Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE(Pesos Acumulados)				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	5.7	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	189.9	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	347.6	345.8	345.0	342.1	340.3
3/8 a N°4	21.2	669.7	666.1	664.7	659.1	655.6
N°4 a N°8	15.0	897.2	892.5	888.7	883.1	878.4
Menor de N°8	41.0	1520.0	1512.0	1506.9	1496.0	1488.0
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1508.8	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.00	88.00	91.2	104.00	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.


 CHINA VALLEY S.A. SUCURSAL SUCURSAL SUCURSAL SUCURSAL SUCURSAL

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos

***PASTONES DE
CONCRETO ASFÁLTICO
SIN ADITIVO
QUIMIBOND ADVANCE***

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Parciales				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	6.2	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	145.2	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	120.1	119.5	118.6	118.2	117.6
3/8 a N°4	21.2	247.6	246.3	244.5	243.7	242.4
N°4 a N°10	15.0	175.0	174.0	172.7	172.2	171.3
Menor de N°10	41.0	478.7	476.2	472.7	471.2	468.7
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1153.7	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	76.3	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

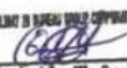
Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE.						
Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - Pesos Acumulado				
Fracciones	%-Fracc	5.0	5.5	6.2	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	147.1	146.3	145.2	144.8	144.0
1/2 a 3/8	10.3	267.2	265.8	263.8	263.0	261.6
3/8 a N°4	21.2	514.8	512.1	508.3	506.7	504.0
N°4 a N°8	15.0	689.8	686.1	681.0	678.9	675.2
Menor de N°8	41.0	1168.5	1162.4	1153.7	1150.1	1143.9
Peso-agregados	100.0	1168.5	1162.4	1153.7	1150.1	1143.9
Peso de PEN 85/100		61.5	67.7	76.3	80.0	86.1
Peso de mezcla		1230.0	1230.0	1230.0	1230.0	1230.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Marshall, se realizan 04 especímenes por cada contenido de asfalto, 03 para control y se elimina 01 con valores mas lejanos


 CONCRETO Y PAVIMENTO ESPECIALIZADOS S.R.L.

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE Pesos Parciales..				
Fraciones	%-Frac	5.0	5.5	6.2	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	188.9	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	156.3	155.4	154.3	153.8	153.0
3/8 a N°4	21.2	322.1	320.4	318.0	317.0	315.3
N°4 a N°8	15.0	227.6	226.4	224.7	224.0	222.8
Menor de N°8	41.0	622.8	619.5	614.9	612.9	609.6
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1500.8	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.0	88.0	99.2	104	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.

PASTONES DE CONCRETO ASFALTICO SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE.

Descripción de agregados		Dosificación por porcentaje de PEN 60/70 - RICE(Pesos Acumulados)				
Fraciones	%-Frac	5.0	5.5	6.2	6.5	7.0
3/4 a 1/2	12.6	191.3	190.3	188.9	188.3	187.3
1/2 a 3/8	10.3	347.6	345.8	343.2	342.1	340.3
3/8 a N°4	21.2	669.7	666.1	661.2	659.1	655.6
N°4 a N°8	15.0	897.2	892.5	885.2	883.1	878.4
Menor de N°8	41.0	1520.0	1512.0	1500.1	1496.0	1488.0
Peso-agregados	100.0	1520.0	1512.0	1500.8	1496.0	1488.0
Peso de PEN 85/100		80.00	88.00	99.2	104.00	112
Peso de mezcla		1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Observación

Pesos para la elaboración de pastones - ensayo Rice se realiza 02 ensayos y se trabaja con el valor promedio.




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**DOSIFICACION CON 0.2%
DE QUIMIBOND ADVANCE
DEL PESO DEL
CEMENTO ASFALTICO.**

中国铁建

"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

中国铁建

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	FECHA DE ENSAYO:	30/05/2023
CANERA:	Rio Higuera	Ing. Responsable :	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		

RESUMEN DE ENSAYOS CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.2% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO								
	Nº	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	OPT. 5.9%-TEO.	OPT. 5.9%-VER.	ESPECIFIC.
Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.346	2.357	2.377	2.359	2.376	2.372	-
Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.512	2.493	2.476	2.452	-	2.476	-
% de Vacios	g/cm3	6.6	5.5	4.0	3.8	4.4	4.2	3 - 5
% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	g/cm3	16.1	16.2	15.9	17.0	16.1	16.0	Min. 14
Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	Kg	59.1	66.3	74.9	77.6	73.3	73.6	-
ESTABILIDAD CORREGIDA	Pulg.	1307.7	1155.3	1108.0	963.3	1120.0	1068.4	Min. 815
Lectura del Fleximetro (0.01")	Pulg.	9	11	12	15	-	12	-
FLUJO	mm	2.2	2.8	3.0	3.8	3.0	3.0	2 - 3.6
Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	5974.4	4206.9	3682.2	2528.1	3783.8	3547.5	1700 - 4000
% de cemento asfáltico (Optimo)	%	5.90%						
ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN	%	96%						
EFFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTOS USANDO AGUA EN EBULLICION	%	96%						

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4"	42%	Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Arena Chancada 1/4"	25%	Aditivo mejorador de adherencia	0.2%
Arena Zarandeada 1/4"	32%	Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70
El % de mejorador de adherencia es al peso del CA			

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo

 CP 75698

 Especialista en Suelos y Pavimentos



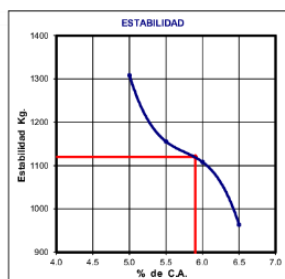
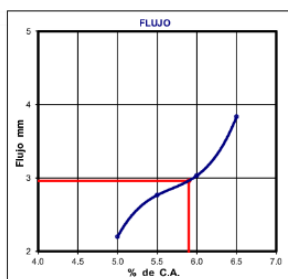
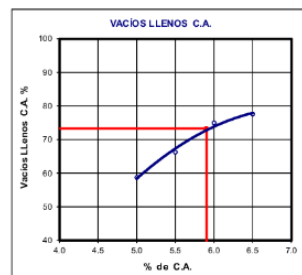
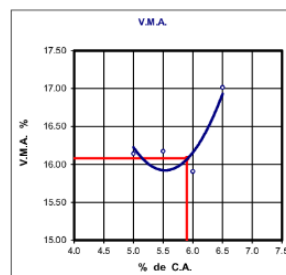
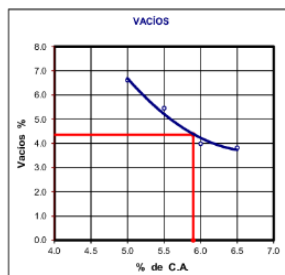
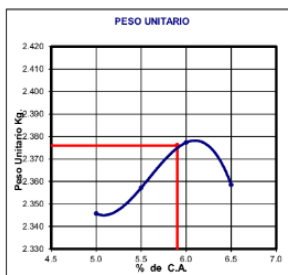
"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



DOSIFICACION CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.A - MAC-2

TRAMO: Huanuco - Punto Unión
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO:
HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 31/05/2023



RESUMEN DE RESULTADOS

	VERIFICADO	ÓPTIMO % C.A.	ESPECÍFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75
CEMENTO ASFALTICO	5.90	5.90	(+/- 0.2%)
PESO UNITARIO	2.372	2.376	
VACÍOS	4.23	4.36	3 - 5
V.M.A.	16.0	16.1	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	73.6	73.3	
FLUJO	3.03	2.96	2 - 3.6
ESTABILIDAD	1068	1120	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3548	3784	1700 - 4000
DOSIFICACIÓN			
Piedra Chancada 3/4"	42.0%		
Arena Chancada 1/4"	25.0%		
Arena Zarandeada 1/4"	32.0%		
Refracto mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%		
Aditivo mejorador de adherencia	0.2% (En peso del ligante)		
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70		

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75698
Especialista en Suelos y Pavimentos



"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

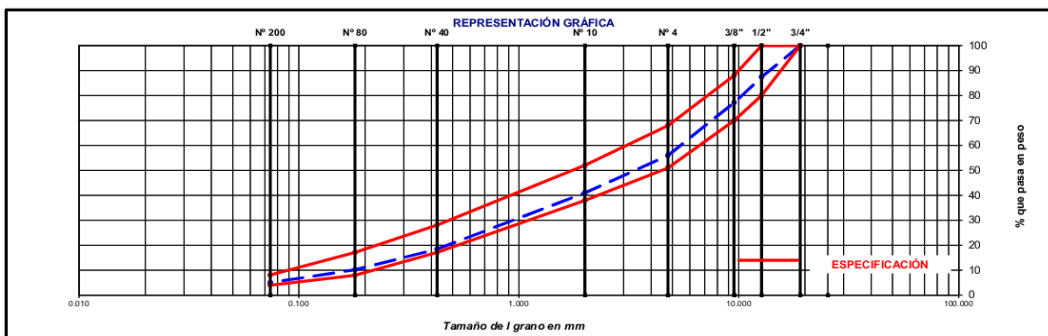
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANtera: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 30/05/2023

DOSIFICACION CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.A - MAC-2

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200	Peso Mat. S/Laver
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074	116.4	gr.
PESO RETENIDO	gr.	145.0	116.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	Peso Mat. Lavado	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO									PESO	1150.0
									%	1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	Numero de Probeta				
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.0	5.0	5.0	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	41.88	41.88	41.88	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	52.17	52.17	52.17	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	0.95	0.95	0.95	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	1209.3	1211.6	1219.2	
14	Peso de la Probeta Saturada	1211.0	1213.4	1220.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	695.0	696.9	701.6	
16	Volumen de la Probeta	516.0	516.5	519.3	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.344	2.346	2.348	2.346
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	2.512	2.512	2.512	2.512
19	Maxima Densidad Teorica	2.525	2.525	2.525	
20	% de Vacios	6.7	6.6	6.5	6.6
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	2.720	2.720	2.720	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	0.89	0.89	0.89	0.89
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	83.8	83.9	83.9	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	9.5	9.5	9.5	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	16.2	16.1	16.1	16.1
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	4.2	4.2	4.2	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	58.7	59.1	59.4	59.1
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	1293	1301	1329	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	1293	1301	1329	1308
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	9.0	9.0	8.0	8.7
34	FLUJO	2.3	2.3	2.0	2.2
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	5621.7	5656.5	6645.0	5974

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Aditivo mejorador de adherencia 0.2%
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70
El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

Ing. Gualberto Tafur Hidalgo
CIP. 75698
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

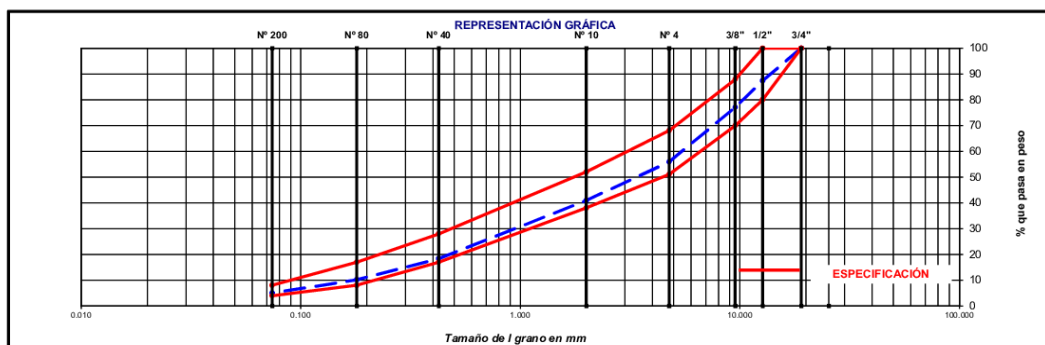
TRAMO: Huanuco - Punto Unión
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

CERTIFICADO:
HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 30/05/2023

DOSIFICACION CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.A - MAC-2

Diseño C.A. 5.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Laver
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lavado
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso Mat. Lav + Filtro
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso de Asfalto
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso inicial de Filtro
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler
ASFALTO LÍQUIDO											PESO
											gr.
											%
											1150.0
											gr.
											1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.66	41.66	41.66		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.89	51.89	51.89		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.95	0.95	0.95		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758		
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732		
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1226.3	1221.3	1215.3		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1228.4	1223.0	1217.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	707.4	705.5	701.7		
16	Volumen de la Probeta	cm3	521.0	517.5	515.4		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.354	2.360	2.358	2.357	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.493	2.493	2.493	2.493	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.506	2.506	2.506		
20	% de Vacios	%	5.6	5.3	5.4	5.5	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.721	2.721	2.721		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.90	0.90	0.90	0.90	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.7	83.9	83.9		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	10.7	10.7	10.7		
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.3	16.1	16.1	16.2	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	4.7	4.7	4.7		
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	65.7	66.7	66.4	66.3	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1205	1152	1109		
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1205	1152	1109	1155	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	10.0	12.0	11.0	11	
34	FLUJO	mm	2.5	3.0	2.8	2.8	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	4820.0	3840.0	3960.7	4207	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Aditivo mejorador de adherencia 0.2%
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75668
Especialista en Suelos y Pavimentos

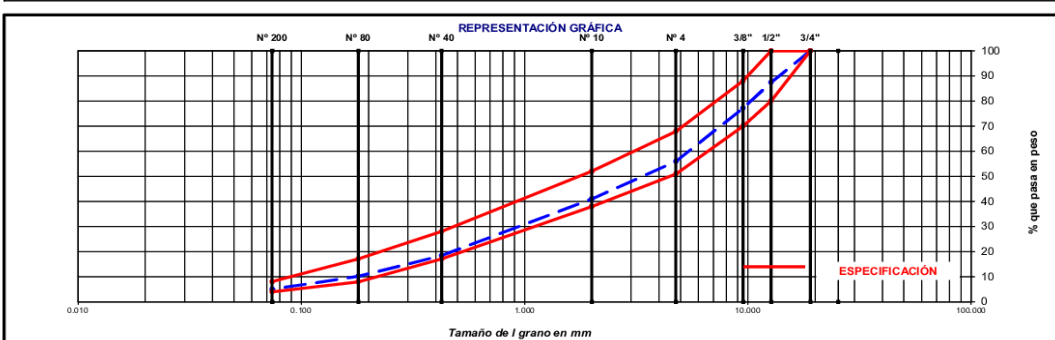
		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR:	W. Valdizan B.		
CANTERA:	Rio Higuera		ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.		
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO:	30/05/2023		
			FECHA DE ENSAYO:	31/05/2023		
DOSIFICACION CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.A - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.00 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03	
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-	
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0	
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0			
ENSAYO		Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9037.8			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFALTICA (25°C)		cm³	597.2			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm³	2.512			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm³	NA			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970			
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0			
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C		min	10.0			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0			
OBSERVACIONES:						


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos





HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 30/05/2023

[illegible]

1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > N° 4	%	41.22	41.22	41.22		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < N° 4	%	51.34	51.34	51.34		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758		
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732		
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1221.3	1216.4	1217.8		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1221.8	1216.9	1218.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	703.5	701.6	701.8		
16	Volumen de la Probeta	cm3	518.3	515.3	516.3		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.356	2.361	2.359	2.359	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.452	2.452	2.452	2.452	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.468	2.468	2.468		
20	% de Vacios	%	3.9	3.7	3.8	3.8	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
23	Peso Especifico Electivo del Agregado Total	g/cm3	2.716	2.716	2.716		
24	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Seco	%	0.83	0.83	0.83	0.83	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	82.9	83.1	83.0		
26	% del Volumen de C.A. Electivo / Volumen de Probeta	%	13.2	13.2	13.2		
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	17.1	16.9	17.0	17.0	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Electivo / Volumen de Probeta	%	5.7	5.7	5.7		
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	77.2	78.0	77.6	77.6	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	908.4	1056.5	924.9		
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	908	1057	925	963	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	16.0	14.0	15.0	15	
34	FLUJO	mm	4.1	3.6	3.8	3.8	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2215.6	2934.7	2433.9	2528	1700 - 4000

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

		"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR:	W. Valdizan B.		
CANTERA:	Rio Higueras		ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.		
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO:	30/05/2023		
			FECHA DE ENSAYO:	31/05/2023		
DOSIFICACION CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.A - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.50 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS			Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO			1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO			2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO			3	8135.0		
ENSAYO			Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA			g	1510.5		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C			g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C			g	9029.5		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)			cm³	616.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			g/cm3	2.452		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO			g/cm3	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C				0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO			min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C			min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO			pulg Hg	21.0		
OBSERVACIONES:						


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75868
 Especialista en Suelos y Pavimentos



中国铁建

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



中国铁建

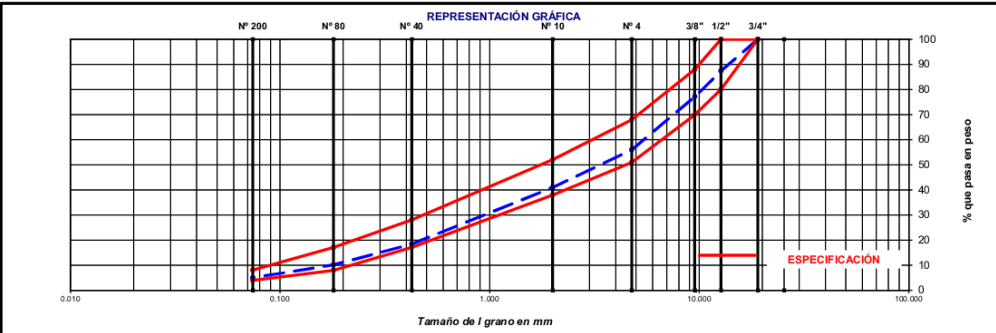
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higueras	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	30/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	02/06/2023

DOSIFICACION CON 0.2% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.A - MAC-2

Diseño C.A. 5.9%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO												
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. SiLavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											PESO	%
												1150.0
												1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926						
1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO
2	C.A. EN PESO DE L	%	5.9	5.9	5.9	5.9
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.49	41.49	41.49	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.67	51.67	51.67	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1215.3	1227.8	1221.4	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1216.8	1228.6	1223.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	704.2	711.1	708.1	
16	Volumen de la Probeta	cm3	512.6	517.5	515.0	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.371	2.373	2.372	2.372
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.476	2.476	2.476	2.476
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.491	2.491	2.491	
20	% de Vacios	%	4.3	4.2	4.2	4.2
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.719	2.719	2.719	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.87	0.87	0.87	0.87
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.0	84.0	84.0	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	11.8	11.8	11.8	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.0	16.0	16.0	16.0
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	5.1	5.1	5.1	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	73.4	73.8	73.6	73.6
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1110	1086.2	1009	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1110	1086	1009	1068
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	11.0	12.0	13.0	12
34	FLUJO	mm	2.8	3.0	3.3	3.0
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3964.3	3620.7	3057.6	3548

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4"	42.0%	Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Arena Chancada 1/4"	25.0%	Aditivo mejorador de adherencia	0.2%
Arena Zarandeada 1/4"	32.0%	Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA



Ing. Guillermo Tafur Huidalgo
CIP 75868
Especialista en Suelos y Pavimentos



中国铁建

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL
CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



中国铁建

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE
MTS E-508 / ASTM D-2041

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	30/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	03/06/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.00 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	N°	PESO N° 01	PESO N° 02	PESO N° 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		

ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9029.3		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm³	605.7		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm³	2.476		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN

NORMA MTC E - 517

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	04/06/2023
		FECHA DE ENSAYO:	04/06/2023

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	96%	96%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	96%	96%	96%

OBSERVACIONES

Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 96 %

Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.2 % al peso del CA



CHINA RAILWAY CONSTRUCTION CORPORATION LIMITED INCORPORATED IN CHINA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75889
 Especialista en Suelos y Pavimentos



**"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO
MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO
- LA UNIÓN-2023"**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
EFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTOS USANDO AGUA EN EBULLICION
NORMA MTC E - 521**

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	02/06/2023
		FECHA DE ENSAYO:	04/06/2023

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	96%	96%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	96%	96%	96%

OBSERVACIONES

Mezcla Asfáltica - 10 minutos en ebullición
Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.2% al peso del CA



Ing. Quiroga Tafur Hidalgo
 CIP 75888
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**DOSIFICACION CON 0.3%
DE QUIMIBOND ADVANCE
DEL PESO DEL
CEMENTO ASFALTICO.**



中国铁建

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL
CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



中国铁建

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2

CANTERA: Río Higueras

UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

RESUMEN DE ENSAYOS CON 0.3% DE QUIMIBOND ADVANCE

HECHO POR:

ING. RESPONSABLE:

W. Valdizan B.

G. Tafur H.

ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO								
	Nº	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	OPT.Teo.5.8%	OPT. 5.8%	ESPECIFIC.
Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.359	2.366	2.385	2.362	2.380	2.383	-
Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.490	2.486	2.463	2.443	-	2.472	-
% de Vacios	%	5.3	4.8	3.2	3.3	3.6	3.6	3 - 5
% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.7	15.9	15.6	16.9	15.8	15.5	Min. 14
Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	66.2	69.7	79.8	80.5	76.9	76.9	-
ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1248.3	1175.7	1181.0	990.5	1183.0	1210.3	-
Lectura del Fleximetro (0.01")	Pulg.	10	12	14	15	-	13	-
FLUJO	mm	2.4	3.0	3.6	3.8	3.4	3.2	2 - 3.6
Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	5141.7	3886.5	3326.0	2594.9	3479.4	3787.0	1700 - 4000
%de cemento asfaltico (Optimo).	%	5.8 %						

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4"	42%	Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Arena Chancada 1/4"	25%	Aditivo mejorador de adherencia	0.3%
Arena Zarandeada 1/4"	32%	Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70
El % de mejorador de adherencia es al peso del CA			


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75888
 Especialista en Suelos y Pavimentos



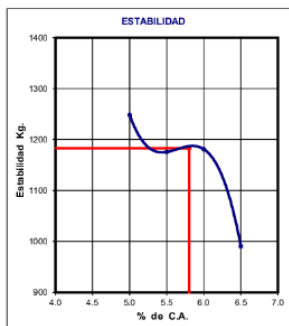
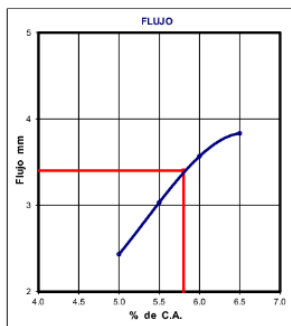
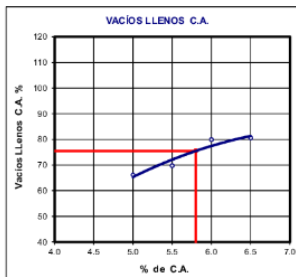
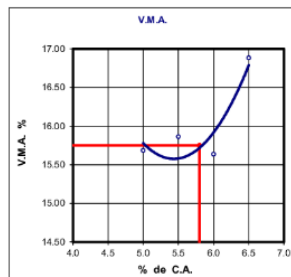
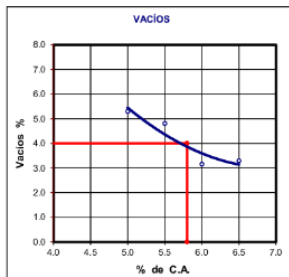
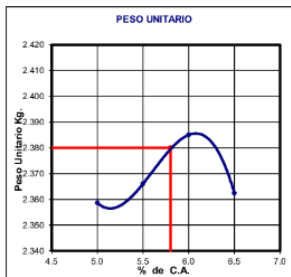
"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 03/06/2023



RESUMEN DE RESULTADOS

	VERIFICADO	ÓPTIMO % C.A.	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.80	5.80	
PESO UNITARIO	2.383	2.380	
VACÍOS	3.6	4.00	3 - 5
V.M.A.	15.5	15.8	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	76.9	75.5	
FLUJO	3.2	3.40	2 - 3.6
ESTABILIDAD	1210	1183	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3787	3479	1700 - 4000
DOSIFICACIÓN			
Piedra Chancada 3/4"		42.0%	
Arena Chancada 1/4"		25.0%	
Arena Zarandeada 1/4"		32.0%	
Relleno mineral Filler Cal Hidrat.		1.0%	
Aditivo mejorador de adherencia		0.3%	(En peso del ligante)
Cemento Asfáltico		PEN 60 - 70	

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP. 70560
 Especialista en Suelos y Pavimentos





"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

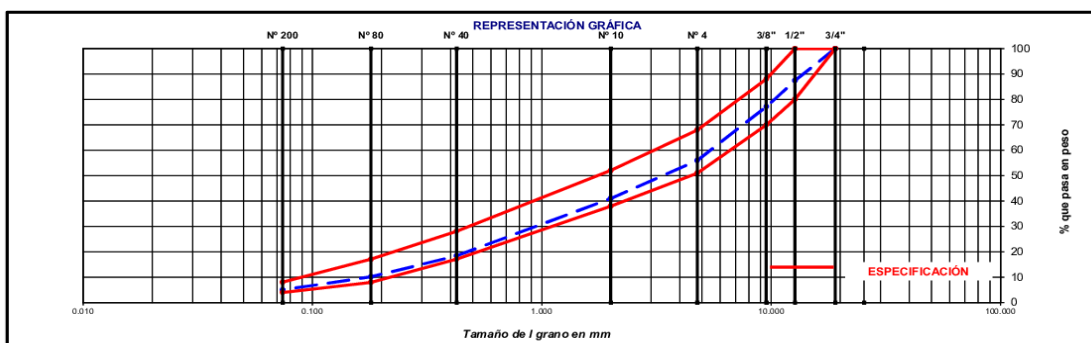
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANtera: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 03/06/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO												
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	258.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lav. + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%		80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											PESO	gr.
												1150.0
												1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926						
1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.88	41.88	41.88	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	52.17	52.17	52.17	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1227.4	1215.3	1221.9	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1229.6	1216.8	1223.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	709.1	701.2	706.1	
16	Volumen de la Probeta	cm3	520.5	515.6	517.6	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.358	2.357	2.361	2.359
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.490	2.490	2.490	2.490
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.525	2.525	2.525	
20	% de Vacios	%	5.3	5.4	5.2	5.3
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.694	2.694	2.694	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.52	0.52	0.52	0.52
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.3	84.3	84.4	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	10.4	10.4	10.4	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.7	15.7	15.6	15.7
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	4.5	4.5	4.5	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	66.2	65.9	66.6	66.2
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1280	1226	1239	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1280	1226	1239	1248
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	9.0	10.0	10.0	9.7
34	FLUJO	mm	2.3	2.5	2.5	2.4
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	5565.2	4904.0	4956.0	5142

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Aditivo mejorador de adherencia 0.3%
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70
El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos



中国铁建

"EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PE 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



中国铁建

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2

CANTERA: Río Higuera

UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.

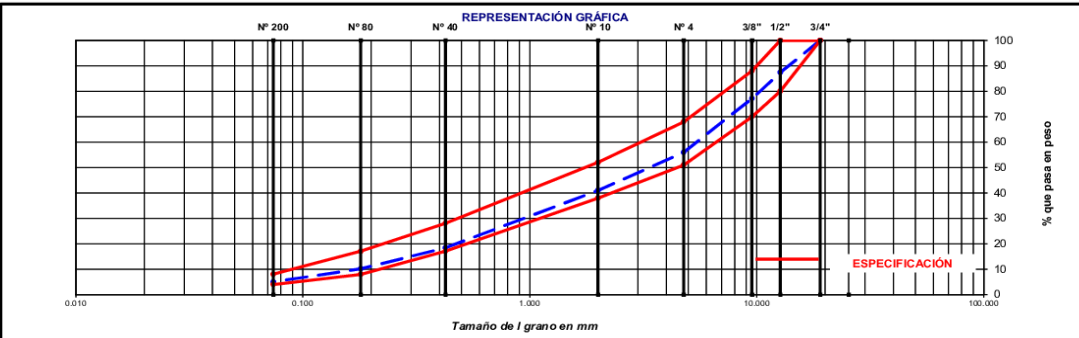
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.

FECHA DE MUESTREO: 30/05/2023

FECHA DE ENSAYO: 03/06/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO

Diseño C.A. 6.0 %											
ENSAYO GRANULOMÉTRICO											
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lavar
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lavado
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso Mat. Lav.+Filtro
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso de Asfalto
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso inicial de Filtro
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler
ASFALTO LÍQUIDO											gr.
											PESO
											%
											1150.0
											gr.
											1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926						
1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.44	41.44	41.44	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.62	51.62	51.62	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1217.3	1229.5	1219.2	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1218.1	1230.2	1220.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	708.2	714.3	708.7	
16	Volumen de la Probeta	cm3	509.9	515.9	511.3	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.387	2.383	2.385	2.385
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.463	2.463	2.463	2.463
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.487	2.487	2.487	
20	% de Vacios	%	3.1	3.2	3.2	3.2
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.706	2.706	2.706	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.69	0.69	0.69	0.69
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.4	84.3	84.3	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	12.5	12.5	12.5	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.6	15.7	15.7	15.6
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	5.4	5.4	5.4	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	80.3	79.5	79.7	79.8
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1205	1189	1149	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1205	1189	1149	1181
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	13.0	14.0	15.0	14
34	FLUJO	mm	3.3	3.6	3.8	3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3651.5	3302.8	3023.7	3326

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4"	42.0%	Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Arena Chancada 1/4"	25.0%	Aditivo mejorador de adherencia	0.3%
Arena Zarandeada 1/4"	32.0%	Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75998
 Especialista en Suelos y Pavimentos



		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR:		W. Valdizan B.		
CANTERA: Río Higuera		ING. RESPONSABLE:		G. Tafur H.		
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO:		03/06/2023		
		FECHA DE ENSAYO:		04/06/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.00 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03	
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-	
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0	
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0			
ENSAYO		Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9032.7			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm³	602.3			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm³	2.490			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm³	NA			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970			
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0			
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C		min	10.0			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0			
OBSERVACIONES:						


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75888
 Especialista en Suelos y Pavimentos



中国铁建

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



中国铁建

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE
MTC E-508 / ASTM D-2041

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2

CANTERA: Río Higuera

UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.

ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.

FECHA DE MUESTREO: 03/06/2023

FECHA DE ENSAYO: 04/06/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.50 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		

ENSAYO	Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9031.5		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	603.5		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm ³	2.486		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:


Ing. Guillermo Tafur Hidaigo
CIP 75668
 Especialista en Suelos y Pavimentos

		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR: W. Valdizan B.				
CANTERA: Río Higuera		ING. RESPONSABLE: G. Tatur H.				
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO: 03/06/2023				
		FECHA DE ENSAYO: 04/06/2023				
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.0 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03	
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-	
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0	
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0			
ENSAYO		Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9025.9			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	609.1			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.463			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970			
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0			
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0			
OBSERVACIONES:						


Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 75668
 Especialista en Suelos y Pavimentos

		"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"			
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO					
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE					
MTC E-508 / ASTM D-2041					
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.		
CANtera:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.		
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	30/05/2023		
		FECHA DE ENSAYO:	04/06/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA - MAC-2					
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.5 % CA					
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03	
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-	
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0	
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0			
ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9020.9			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFALTICA (25°C)	cm³	614.1			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm³	2.443			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm³	NA			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970			
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0			
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0			
OBSERVACIONES:					


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75868
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

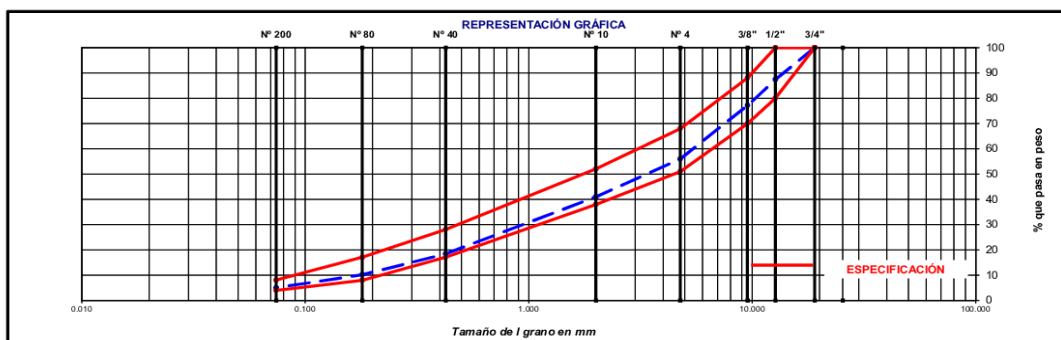
HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 03/06/2023
FECHA DE ENSAYO: 05/06/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO

Optimo C.A. 5.8 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lavar	gr.	
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO											PESO	%	1150.0
												gr.	1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.8	5.8	5.8	5.8	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.53	41.53	41.53		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.73	51.73	51.73		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758		
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732		
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1225.3	1217.8	1211.4		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1216.8	1228.6	1223.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	703.8	715.8	715.2		
16	Volumen de la Probeta	cm3	513.0	512.8	507.9		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.388	2.375	2.385	2.383	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.472	2.472	2.472	2.472	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.495	2.495	2.495		
20	% de Vacios	%	3.4	3.9	3.5	3.6	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.708	2.708	2.708		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.71	0.71	0.71	0.71	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.7	84.2	84.5		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	12.0	11.9	12.0		
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.3	15.8	15.5	15.5	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	5.1	5.1	5.1		
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	78.1	75.2	77.4	76.9	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1230	1186	1215		
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.04		
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1230	1186	1215	1210	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	13.0	14.0	11.0	13	
34	FLUJO	mm	3.3	3.6	2.8	3.2	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3727.3	3294.4	4339.3	3787	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0% Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0% Aditivo mejorador de adherencia 0.3%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0% Cemento Asfáltico PEN 60 - 70
El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos

		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 CANTERA: Río Higuera UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		HECHO POR: ING. RESPONSABLE: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ENSAYO:		W. Valdizan B. G. Tafur H. 30/05/2023 06/06/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO						
Optimo. 5.80 % CA- Rice						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03	
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-	
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0	
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0			
ENSAYO		Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9028.1			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm³	606.9			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm3	2.472			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm3	NA			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970			
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0			
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0			
OBSERVACIONES: 						


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75668
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN

NORMA MTC E - 517

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	11/06/2023
		FECHA DE ENSAYO:	12/06/2023

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	98%	98%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	98%	98%	98%

OBSERVACIONES

Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 98 %

Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.3 % al peso del CA





**“EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023”**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.3% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO
EFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTOS USANDO AGUA EN EBULLICION
NORMA MTC E - 521**

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	05/06/2023
		FECHA DE ENSAYO:	06/06/2023

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	98%	98%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	98%	98%	98%

OBSERVACIONES

Mezcla Asfáltica 10 minutos en ebullición

Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.3 % al peso del CA



**DOSIFICACION CON 0.4%
DE QUIMIBOND ADVANCE
DEL PESO DEL
CEMENTO ASFALTICO.**

“El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023”

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESUMEN DE ENSAYOS CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE

TRAMO: Huánuco - Punto Unión
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.

ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 0.4% DE ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO								
	Nº	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	OPT.Teo.5.7%	OPT. 5.7%	ESPECIFIC.
Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.356	2.380	2.396	2.375	2.390	2.390	-
Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.483	2.472	2.457	2.431	-	2.469	-
% de Vacios	%	5.1	3.7	2.5	2.3	3.3	3.2	3 - 5
% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.8	15.4	15.2	16.4	15.2	15.2	Mín. 14
Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	67.6	75.9	83.8	86.0	79.3	78.8	-
ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1218.7	1139.0	1081.5	1008.8	1119.0	1174.3	-
Lectura del Fleximetro (0.01")	Pulg.	11	12	14	15	-	12	-
FLUJO	mm	2.3	3.1	3.3	3.9	3.3	3.0	2 - 3.6
Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	4590.3	3687.1	3098.5	2591.5	3443.1	3892.7	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

China Railway Engineering Group (CREG)

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 76888
Especialista en Suelos y Pavimentos



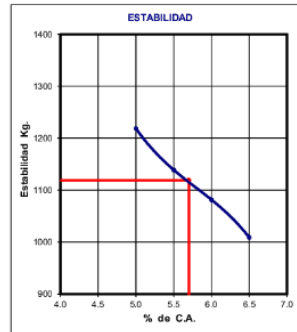
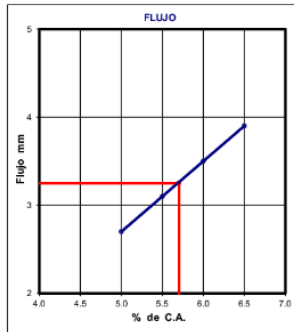
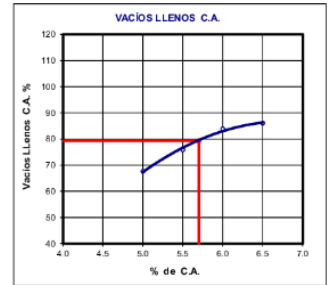
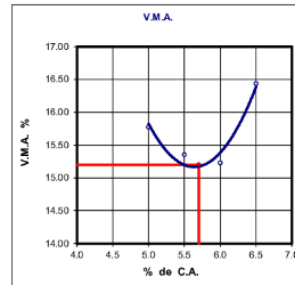
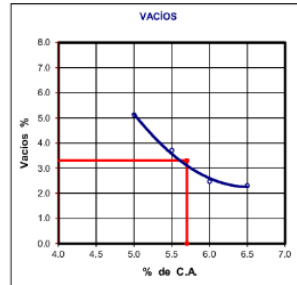
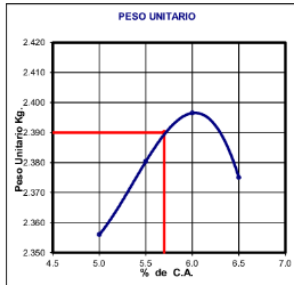
"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 08/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 13/05/2023



RESUMEN DE RESULTADOS

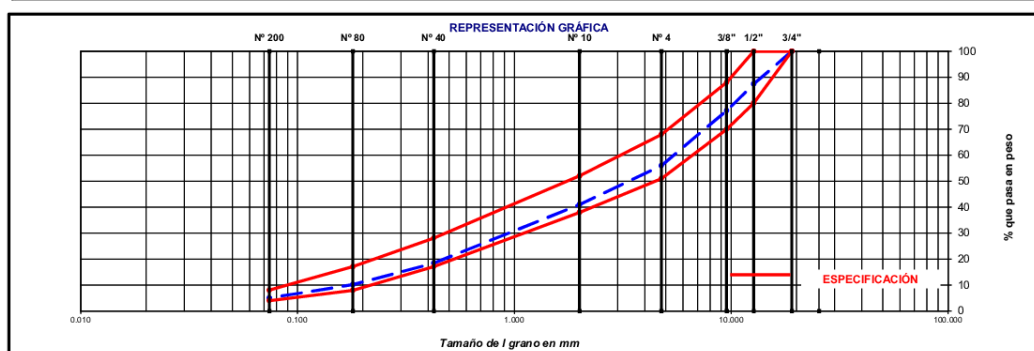
	VERIFICADO	ÓPTIMO % C.A.	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	
CEMENTO ASFÁLTICO	5.70	5.70	
PESO UNITARIO	2.390	2.390	
VACÍOS	3.2	3.30	3 - 5
V.M.A.	15.2	15.2	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	78.8	79.3	
FLUJO	3.03	3.25	2 - 3.6
ESTABILIDAD	1174	1119	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3893	3443	1700 - 4000
DOSIFICACIÓN			
Piedra Chancada 3/4"		42.0%	
Arena Chancada 1/4"		25.0%	
Arena Zarandeada 1/4"		32.0%	
Relleno mineral Filler Cal Hidrat.		1.0%	
Aditivo mejorador de adherencia		0.4%	(En peso del ligante)
Cemento Asfáltico		PEN 60 - 70	

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75608
 Especialista en Suelos y Pavimentos



HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 08/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 09/05/2023

Diseño C.A. 5.0 %

[illegible]

1	Número de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > N° 4	%	41.88	41.88	41.88		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < N° 4	%	52.17	52.17	52.17		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.95	0.95	0.95		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758		
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732		
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1209.0	1214.3	1218.1		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1211.4	1216.5	1220.8		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	698.3	701.9	702.9		
16	Volumen de la Probeta	cm3	513.1	514.6	517.9		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.356	2.360	2.352	2.356	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.483	2.483	2.483	2.483	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.525	2.525	2.525		
20	% de Vacios	%	5.1	5.0	5.3	5.1	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.685	2.685	2.685		
24	C.A. Absorido por el Peso del Agregado Seco	%	0.39	0.39	0.39	0.39	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.2	84.4	84.1		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	10.7	10.7	10.6		
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.8	15.6	15.9	15.8	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	4.6	4.6	4.6		
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	67.6	68.2	66.8	67.6	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1280	1176	1200		
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	-	1.00	1.00	1.00		
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1280	1176	1200	1219	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Pulg.	9.0	12.0	11.0	10.7	
34	FLUJO	mm	2.3	3.0	2.8	2.7	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	5565.2	3920.0	4285.7	4590	1700 - 4000

Piedra Chancada 3/4"	42.0%
Arena Chancada 1/4"	25.0%
Arena Zarandeada 1/4"	32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Aditivo mejorador de adherencia	0.4%
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

CHINA VALLEY INC. BUSINESS DEVELOPMENT CORPORATION INCUBATOR, 302, PISO
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP. 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos





"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

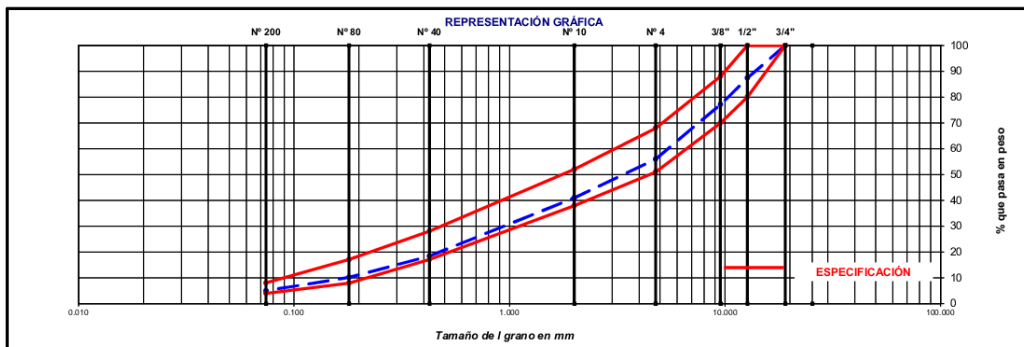
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 08/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 09/05/2023

DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.

Diseño C.A. 6.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075	
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
	PESO									1150.0
	gr.									1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926						ESPECIFIC.
1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.22	41.22	41.22	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.34	51.34	51.34	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1214.4	1225.3	1215.9	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1214.9	1225.9	1216.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	704.4	710.3	703.2	
16	Volumen de la Probeta	cm3	510.5	515.6	513.1	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.379	2.376	2.370	2.375
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.431	2.431	2.431	2.431
19	Maxima Densidad Teórica	g/cm3	2.468	2.468	2.468	
20	% de Vacios	%	2.1	2.2	2.5	2.3
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.688	2.688	2.688	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.44	0.44	0.44	0.44
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.7	83.6	83.4	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	14.2	14.1	14.1	
27	Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.3	16.4	16.6	16.4
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	6.1	6.1	6.1	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	86.9	86.3	84.9	86.0
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1025.5	1015	986	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1026	1015	986	1009
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	15.0	15.0	16.0	15
34	FLUJO	mm	3.8	3.8	4.1	3.9
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2698.7	2671.1	2404.9	2592

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Aditivo mejorador de adherencia 0.4%
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70
El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75888
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508 / ASTM D-2041

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANtera:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	08/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	10/05/2023

DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.00 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	N°	PESO N° 01	PESO N° 02	PESO N° 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		

ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9030.9		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	604.1		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm3	2.483		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm3	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos



中国铁建

"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



中国铁建

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508 / ASTM D-2041

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	08/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	10/05/2023

DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.50 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	N°	PESO N° 01	PESO N° 02	PESO N° 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		

ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9028.2		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	606.8		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm ³	2.472		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
(MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508 / ASTM D-2041

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	08/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	10/05/2023

DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.00 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		
ENSAYO	Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9024.5		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	610.5		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm ³	2.457		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:

CHINA RAILWAY ENGINEERING CORPORATION INCORPORATED, INC. PER

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75688
Especialista en Suelos y Pavimentos

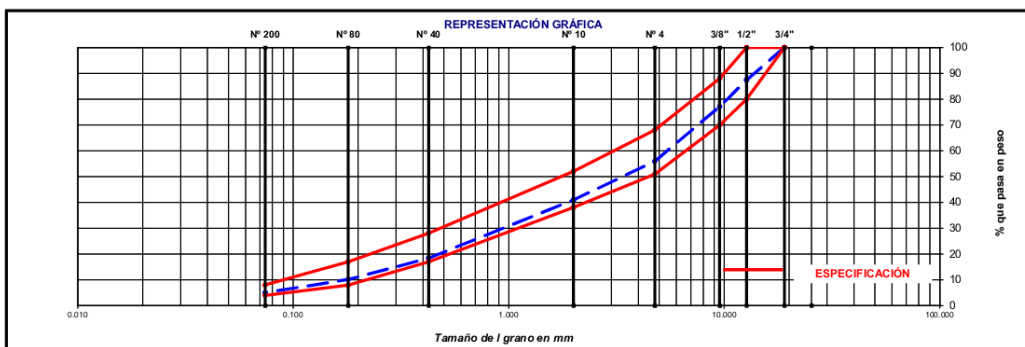
		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE							
MTC E-508 / ASTM D-2041							
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 CANTERA: Río Higuera UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		HECHO POR: ING. RESPONSABLE: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ENSAYO:		W. Valdizan B. G. Tafur H. 08/05/2023 10/05/2023			
DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.							
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.50 % CA							
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03		
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0		
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0				
ENSAYO		Nº	1	2	3		
PESO DE LA MUESTRA		g	1563.8				
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0				
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9055.5				
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm³	643.3				
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm³	2.431				
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm³	NA				
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970				
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0				
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0				
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0				
OBSERVACIONES: 							


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIR 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos



HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 08/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 11/05/2023

Diseño C.A. 5.7 %

[illegible]

1	Numero de Probeta	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.7	5.7	5.7
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > N° 4	%	41.57	41.57	41.57
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < N° 4	%	51.78	51.78	51.78
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1221.8	1227.8	1227.9
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1216.8	1228.6	1223.1
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	705.9	714.8	709.0
16	Volumen de la Probeta	cm3	510.9	513.8	514.1
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.391	2.390	2.388
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.469	2.469	2.469
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.498	2.498	2.498
20	% de Vacios	%	3.2	3.2	3.3
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.700	2.700	2.700
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.61	0.61	0.61
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.9	84.8	84.8
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	12.0	12.0	12.0
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	15.1	15.2	15.2
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	5.1	5.1	5.1
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	79.2	78.8	78.5
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1166.5	1156.2	1200.1
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1167	1156	1200
33	Lectura del Flexmetro (0.01")	Kg	12.0	13.0	11.0
34	FLUJO	mm	3.0	3.3	2.8
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3888.3	3503.6	4286.1

Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Aditivo mejorador de adherencia	0.4%
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

El % de mejorador de adherencia es al peso del CA

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP: 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos

		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE							
MTC E-508 / ASTM D-2041							
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 CANTERA: Río Higuera UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		HECHO POR: ING. RESPONSABLE: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ENSAYO:		W. Valdizan B. G. Tafur H. 08/05/2023 11/05/2023			
DOSIFICACION CON 0.4% DE QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFALTICO.							
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.70 % CA							
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03		
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0		
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0				
ENSAYO		Nº	1	2	3		
PESO DE LA MUESTRA		g	1526.3				
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0				
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9043.2				
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm³	618.1				
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm3	2.469				
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm3	NA				
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970				
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0				
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0				
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0				
OBSERVACIONES: 							


Ing. Guisela Tafur Hidalgo
 CIP 75589
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

EFFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTOS USANDO AGUA EN EBULLICION

NORMA MTC E - 521

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANTERA:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	12/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	13/05/2023

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	99%	99%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	99%	99%	99%

OBSERVACIONES

Mezcla Asfáltica 10 minutos en ebullición

Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.4 % al peso del CA




Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 78689
 Especialista en Suelos y Pavimentos



CHINA RAILWAY GROUP CORPORATION INCORPORATED, S.A. PERU
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos

SE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL
 EDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN

NORMA MTC E - 517

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 12/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 13/05/2023

Tipo de Asfalto PEN 60/70
 Grava Especificada 1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	98%	98%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	99%	99%	99%

OBSERVACIONES

Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 99 %

Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.4 % al peso del CA



CHINA RAILWAY GROUP CORPORATION INCORPORATED, S.A. PERU
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75688
 Especialista en Suelos y Pavimentos

DOSIFICACION SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE.

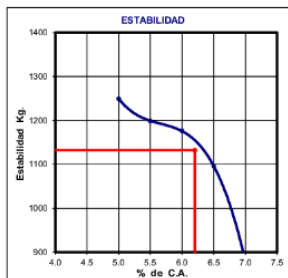
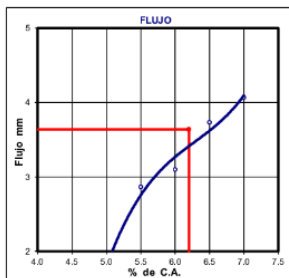
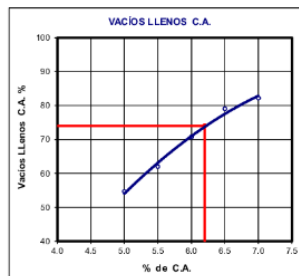
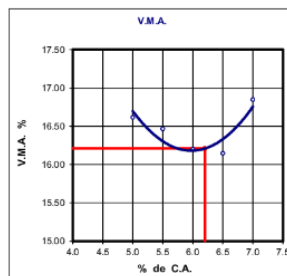
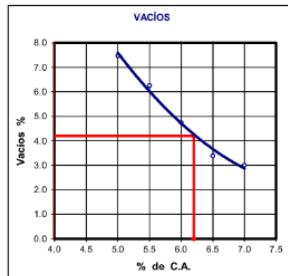
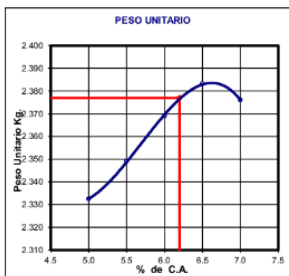
		ITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
RESUMEN DE ENSAYOS SIN DE QUIMIBOND ADVANCE									
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 CANTERA: Río Higuera UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		Responsable: HECHO:				G. Tafur H. VALDIZAN B.			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2									
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN EL ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE DEL PESO DEL CEMENTO ASFÁLTICO									
	Nº	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	7.00 %	OPT. 6.2%-TEO.	OPT. 6.2%-VER.	ESPECIFIC.
Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.333	2.349	2.369	2.383	2.376	2.377	2.380	-
Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.521	2.506	2.487	2.467	2.450	-	2.476	-
% de Vacios	g/cm3	7.5	6.3	4.7	3.4	3.0	4.2	3.9	3 - 5
% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	g/cm3	16.6	16.5	16.2	16.1	16.8	16.2	16.0	Mín. 14
Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	Kg	55.0	62.0	70.7	79.0	82.2	74.0	75.7	-
ESTABILIDAD CORREGIDA	Pulg.	1249.3	1198.7	1176.0	1095.7	878.3	1132.0	1086.3	Mín. 815
Lectura del Fleximetro (0.01")	Pulg.	8	11	12	15	16	-	14	-
FLUJO	mm	1.8	2.9	3.1	3.7	4.1	3.6	3.7	2 - 3.6
Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	7186.5	4187.1	3802.2	2937.6	2175.2	3109.9	2965.7	1700 - 4000
% de cemento asfáltico (Optimocontenido de asfalto).	%	6.2 %							
OBSERVACIONES:									
Piedra Chancada 3/4"	42%	Relleno mineral Filler Cal Hidrat.						1.0%	
Arena Chancada 1/4"	25%	Sin Aditivo mejorador de adherencia						0.0%	
Arena Zarandeada 1/4"	32%	Cemento Asfáltico						PEN 60 - 70	


Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tatur H.
FECHA DE MUESTREO: 15/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 20/05/2023



RESUMEN DE RESULTADOS

	VERIFICADO	ÓPTIMO % C.A.	ESPECÍFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	6.200	6.20	
PESO UNITARIO	2.380	2.377	
VACÍOS	3.88	4.20	3 - 5
V.M.A.	16.0	16.2	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	75.7	74.0	
FLUJO	3.67	3.64	2 - 3.6
ESTABILIDAD	1086	1132	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	2966	3110	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD			Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA			Min. 75
DOSIFICACIÓN			
Piedra Chancada 3/4"		42.0%	
Arena Chancada 1/4"		25.0%	
Arena Zarandeada 1/4"		32.0%	
Refracto mineral Filler Cal Hidrat.		1.0%	
Sin Aditivo mejorador de adherencia		0.0%	
Cemento Asfáltico		PEN 60 - 70	

Ing. Guillermo Tatur Hidalgo
 CIP 75000
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

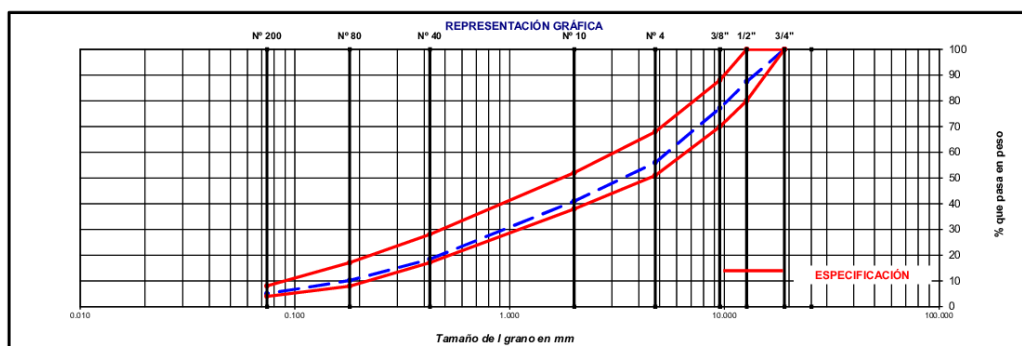
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 15/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 16/05/2023

DISÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

Diseño C.A. 5.0%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. Si Lavar
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		gr.
PESO RETENIDO		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	99.0	116.4	Peso Mat. Lavado
RETENIDO PARCIAL	%	12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso Mat. Lav.+Filtro
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	Peso inicial de Filtro
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0	Peso final de Filtro
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler
ASFALTO LÍQUIDO										PESO
										gr.
										1150.0
										1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926						
Nº	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.88	41.88	41.88	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	52.17	52.17	52.17	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1214.6	1223.6	1226.4	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1217.5	1226.4	1229.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	696.2	702.1	703.6	
16	Volumen de la Probeta	cm3	521.3	524.3	525.5	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.330	2.334	2.334	2.333
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.521	2.521	2.521	2.521
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.525	2.525	2.525	
20	% de Vacios	%	7.6	7.4	7.4	7.5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.731	2.731	2.731	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	1.04	1.04	1.04	1.04
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.3	83.4	83.4	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	9.1	9.1	9.1	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.7	16.6	16.6	16.6
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	4.0	4.0	4.0	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACÍOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	54.7	55.2	55.2	55.0
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1280	1265	1203	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	0.96	0.96	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1280	1265	1203	1249
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	7.0	6.0	8.0	7.0
34	FLUJO	mm	1.8	1.5	2.0	1.8
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	7111.1	8433.3	6015.0	7186

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0% Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0% Sin Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0% Cemento Asfáltico PEN 60 - 70

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75809
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 15/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 16/05/2023

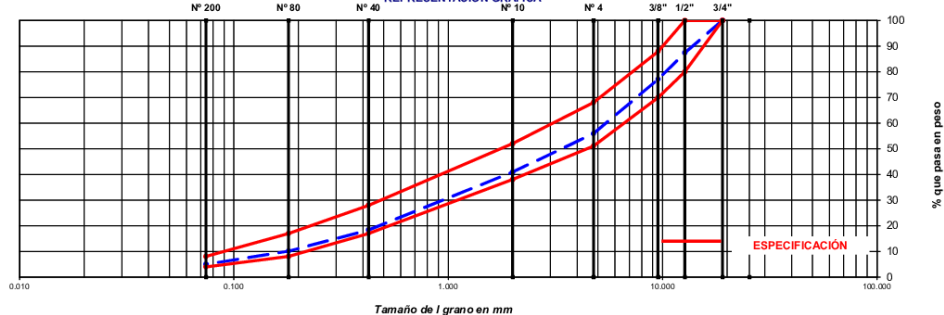
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

Diseño C.A. 5.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Laver	gr.
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										PESO	1150.0
											1150.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

1	Número de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.66	41.66	41.66	41.66	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.89	51.89	51.89	51.89	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.95	0.95	0.95	0.95	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1223.5	1220.0	1212.1	1212.1	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1225.3	1222.5	1214.3	1214.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	704.1	703.1	698.7	698.7	
16	Volumen de la Probeta	cm3	521.2	519.4	515.6	515.6	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.347	2.349	2.351	2.349	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.506	2.506	2.506	2.506	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.506	2.506	2.506	2.506	
20	% de Vacios	%	6.3	6.3	6.2	6.3	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	2.737	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	1.12	1.12	1.12	1.12	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.5	83.5	83.6	83.6	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	10.2	10.2	10.2	10.2	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.5	16.5	16.4	16.5	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	4.4	4.4	4.4	4.4	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	61.7	62.0	62.3	62.0	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1205	1182	1209	1209	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1205	1182	1209	1199	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	11.0	12.0	11.0	11	
34	FLUJO	mm	2.8	3.0	2.8	2.9	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	4303.6	3940.0	4317.9	4187	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4"	42.0%	Relleno mineral Filler Cal Hidrat.	1.0%
Arena Chancada 1/4"	25.0%	Sin Aditivo mejorador de adherencia	0.0%
Arena Zarandeada 1/4"	32.0%	Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

Ing. Guillermo Tafur Hualpa
CIP 75989
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 15/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 16/05/2023

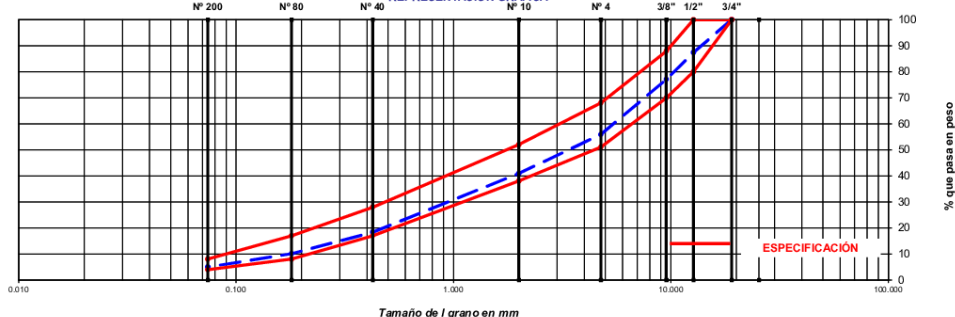
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lavado + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											PESO	1150.0
												1150.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.44	41.44	41.44		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.62	51.62	51.62		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758		
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732		
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1212.3	1214.9	1229.2		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1213.6	1215.8	1230.8		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	701.8	702.5	712.5		
16	Volumen de la Probeta	cm3	511.8	513.3	518.3		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.369	2.367	2.372	2.369	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.487	2.487	2.487	2.487	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.487	2.487	2.487		
20	% de Vacios	%	4.8	4.8	4.6	4.7	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	1.12	1.12	1.12	1.12	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.8	83.7	83.9		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	11.5	11.4	11.5		
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.2	16.3	16.1	16.2	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	4.9	4.9	4.9		
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	70.6	70.3	71.2	70.7	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1166	1179	1183		
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1166	1179	1183	1176	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	13.0	12.0	12.0	12	
34	FLUJO	mm	3.3	3.0	3.0	3.1	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3533.3	3930.0	3943.3	3802	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0% Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0% Sin Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0% Cemento Asfáltico PEN 60 - 70

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP. 756089
Especialista en Suelos y Pavimentos



"El ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

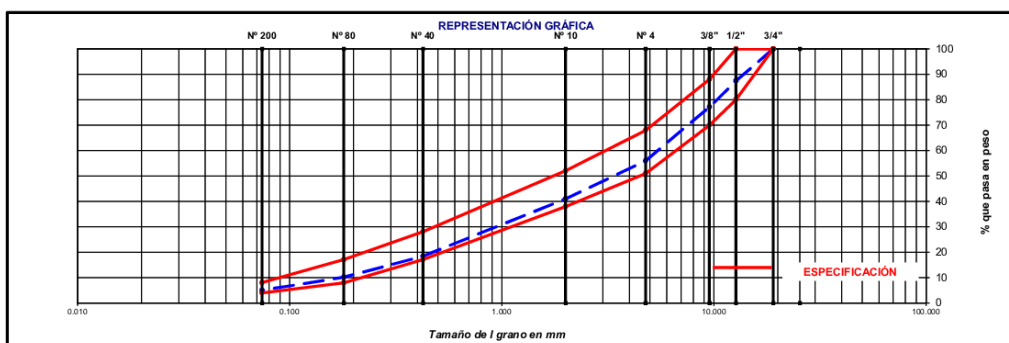
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANtera: Río Higuera
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 15/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 16/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

Diseño C.A. 6.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO												
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO	%										PESO	%
												1150.0
												1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926						
1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.22	41.22	41.22	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.34	51.34	51.34	
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211	
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20	
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1216.8	1213.5	1221.3	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1218.1	1215.0	1223.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	707.1	706.1	710.8	
16	Volumen de la Probeta	cm3	511.0	508.9	512.3	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.381	2.385	2.384	2.383
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.467	2.467	2.467	2.467
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.468	2.468	2.468	
20	% de Vacios	%	3.5	3.3	3.4	3.4
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.735	2.735	2.735	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	1.09	1.09	1.09	1.09
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.8	83.9	83.9	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	12.8	12.8	12.8	
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.2	16.1	16.1	16.1
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	5.5	5.5	5.5	
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	78.6	79.3	79.2	79.0
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1098	1076	1113	
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	FALSO	1.00	
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1098	1076	1113	1096
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	15.0	15.0	14.0	15
34	FLUJO	mm	3.8	3.8	3.6	3.7
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2889.5	2831.6	3091.7	2938

OBSERVACIONES:

Piedra Chancada 3/4" 42.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Sin Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANtera: Rio Higueras
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto

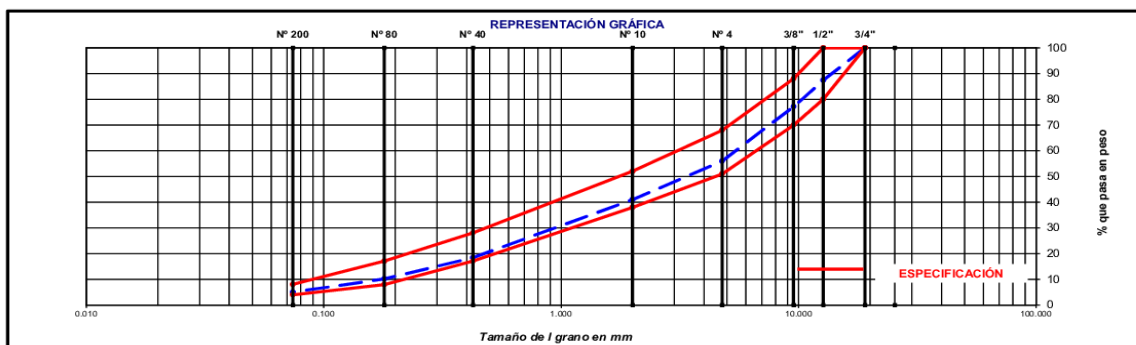
HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 15/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 16/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

Diseño C.A. 7.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		145.0	118.0	244.0	172.0	259.6	95.0	59.0	116.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		12.6	10.3	21.2	15.0	22.6	8.3	5.1	10.1	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		12.6	22.9	44.1	59.0	81.6	89.9	95.0	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	87.4	77.1	55.9	41.0	18.4	10.1	5.0		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											PESO	gr.
												1150.0
												1150.0



ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D-6926

1	Numero de Probeta	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
2	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.0	7.0	7.0	7.0	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla > Nº 4	%	41.00	41.00	41.00		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla < Nº 4	%	51.07	51.07	51.07		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	0.93	0.93	0.93		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm3	1.023	1.023	1.023		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm3	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm3	2.758	2.758	2.758		
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm3	2.650	2.650	2.650		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm3	2.732	2.732	2.732		
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm3	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	gr	1209.3	1225.1	1221.3		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1210.3	1226.5	1222.6		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	702.3	710.0	708.5		
16	Volumen de la Probeta	cm3	508.0	516.5	514.1		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm3	2.381	2.372	2.376	2.376	
18	Peso Especifico Maximo (RICE) ASTM D-2041	g/cm3	2.450	2.450	2.450	2.450	
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm3	2.450	2.450	2.450		
20	% de Vacios	%	2.8	3.2	3.0	3.0	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm3	2.657	2.657	2.657		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm3	2.737	2.737	2.737		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	1.12	1.12	1.12	1.12	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.3	83.0	83.1		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	13.9	13.8	13.8		
27	% Vacios del Agregado Mineral V.M.A.	%	16.7	17.0	16.9	16.8	Min. 14
28	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta	%	6.0	6.0	6.0		
29	Relacion Asfalto - Vacios (VACIOS LLENOS CON C.A.) VLLA	%	83.1	81.3	82.1	82.2	
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	986	846	803		
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.04	1.00	1.00		
32	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	986	846	803	878	Min. 815
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	Kg	15.0	16.0	17.0	16	
34	FLUJO	mm	3.8	4.1	4.3	4.1	2 - 3.6
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2594.7	2063.4	1867.4	2175	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

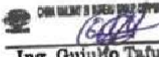
Piedra Chancada 3/4" 42.0%
Arena Chancada 1/4" 25.0%
Arena Zarandeada 1/4" 32.0%

Relleno mineral Filler Cal Hidrat. 1.0%
Sin Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
Cemento Asfáltico PEN 60 - 70

Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75968
Especialista en Suelos y Pavimentos

 中国铁建	"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"	 中国铁建		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE				
MTC E-508 / ASTM D-2041				
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 CANTERA: Río Higuera UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HECHO POR: ING. RESPONSABLE: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ENSAYO:	W. Valdizan B. G. Tafur H. 15/05/2023 17/05/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2				
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.00 % CA				
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		
ENSAYO	Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1560.2		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9076.3		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	618.9		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm ³	2.521		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		
OBSERVACIONES:				
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo CIP 75669 Especialista en Suelos y Pavimentos				

 中国铁建	"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"	 中国铁建		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE MTC E-508 / ASTM D-2041				
MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 CANTERA: Río Higuera UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HECHO POR: ING. RESPONSABLE: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ENSAYO:	W. Valdizan B. G. Tafur H. 15/05/2023 17/05/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2				
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.50 % CA				
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	N°	PESO N° 01	PESO N° 02	PESO N° 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		
ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1566.2		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9076.2		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm³	625.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm³	2.506		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		
OBSERVACIONES:				
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo CIP 75688 Especialista en Suelos y Pavimentos				

		"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR:	W. Valdizan B.		
CANTERA:	Rio Higuera		ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.		
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023		
			FECHA DE ENSAYO:	17/05/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.00 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS			Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO			1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO			2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO			3	8135.0		
ENSAYO			Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA			g	1536.8		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C			g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C			g	9053.9		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)			cm³	617.9		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			g/cm³	2.487		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO			g/cm³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C				0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO			min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C			min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO			pulg Hg	21.0		
OBSERVACIONES:						
 Ing. Guido Tafur Hidalgo CIP 75688 Especialista en Suelos y Pavimentos						



ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL
CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508 / ASTM D-2041

MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2	HECHO POR:	W. Valdizan B.
CANtera:	Rio Higuera	ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023
		FECHA DE ENSAYO:	17/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.50 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0		
ENSAYO	Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1546.9		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9054.8		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm³	627.1		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm3	2.467		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm3	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:

CHINA RAILWAY ENGINEERING CORPORATION INCORPORATED
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75689
Especialista en Suelos y Pavimentos

		ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR:	W. Valdizan B.		
CANTERA:	Rio Higuera		ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.		
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023		
			FECHA DE ENSAYO:	17/05/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 7.00 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03		
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8135.0	8135.0	8135.0		
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8135.0				
ENSAYO	Nº	1	2	3		
PESO DE LA MUESTRA	g	1512.9				
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8135.0				
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9030.3				
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm³	617.6				
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm³	2.450				
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm³	NA				
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970				
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0				
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0				
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	22.0				
OBSERVACIONES:						
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo CIP 75889 Especialista en Suelos y Pavimentos						



		ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE						
MTC E-508 / ASTM D-2041						
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica - MAC 2		HECHO POR:	W. Valdizan B.		
CANtera:	Rio Higuera		ING. RESPONSABLE:	G. Tafur H.		
UBICACIÓN:	Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		FECHA DE MUESTREO:	15/05/2023		
			FECHA DE ENSAYO:	18/05/2023		
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2						
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.20 % CA						
VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03	
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-	
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8135.0	8135.0	8135.0	
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8135.0			
ENSAYO		Nº	1	2	3	
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8135.0			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9029.2			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm³	605.8			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm³	2.476			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm³	NA			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970			
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0			
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0			
OBSERVACIONES:						
						
Ing. Guillermo Tafur Hidalgo CIP 75668 Especialista en Suelos y Pavimentos						



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2
EFFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTOS USANDO AGUA EN EBULLICION
NORMA MTC E - 521

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2 **HECHO POR:** W. Valdizan B.
CANTERA: Río Higuera **ING. RESPONSABLE:** G. Tafur H.
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto **FECHA DE MUESTREO:** 18/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 19/05/2023

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	96%	96%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	96%	96%	96%

OBSERVACIONES

Mezcla Asfáltica 10 minutos en ebullición

Sin Mejorador de adherencia



CHINA RAILWAY CONSTRUCTION CORPORATION LIMITED
 Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
 CIP 75888
 Especialista en Suelos y Pavimentos



"EI ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE EN LOS PARAMETROS DEL
ENSAYO MARSAHALL (MAC2 - PEN 60/70) DEL CORREDOR
VIAL TRAMO: HUÁNUCO - LA UNIÓN-2023"



DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SIN ADITIVO QUIMIBOND ADVANCE - MAC-2

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN

NORMA MTC E - 517

MATERIAL: Mezcla Asfáltica - MAC 2
CANTERA: Rio Higueras
UBICACIÓN: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

HECHO POR: W. Valdizan B.
ING. RESPONSABLE: G. Tafur H.
FECHA DE MUESTREO: 18/05/2023
FECHA DE ENSAYO: 19/05/2023

Tipo de Asfalto PEN 60/70
Grava Especificada 1.023 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	96%	96%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	96%	96%	96%

OBSERVACIONES

Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 96%
Sin mejorador de Mejorador de adherencia.



Ing. Guillermo Tafur Hidalgo
CIP 75889
Especialista en Suelos y Pavimentos

**AGREGADOS PARA MINERIA
Y CONSTRUCCION"**

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

RUC: 10076297814

ENSAYOS DE CERTIFICACION DE CALIDAD N° 0007

(LABORATORIO PLANTA DE PRODUCCION)

CLIENTE : **CR20 GROUP PERU S.A.**

PROYECTO : **MEJORAMIENTO, CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO Y OPERACIÓN DEL CORREDOR VIAL: HUANUCO – LA UNION – HUALLANCA – Dv. ANTAMINA / EMP. PE-3N (TINGO CHICO) – NUEVAS FLORES – LLATA – ANTAMINA.**

MUESTRA : **CAL HIDRATADA, LOTE 1, MUESTRA 3, Lote de Producción de 06/04/2023 al 29/05/2023.**

PRESENTACION : **SACOS DE POLIPROPILENO, 40 Kg. C/U.**

GUIA DE REMISION : **G001 – 00000113** **GUIA DE TRANSPORTE : G001 - 00000375**

VEHICULO : **A5S-878 / A2T984** **CONDUCTOR : E31661762**

AASHTO T 219 – 87
87(2013)

DETERMINACION QUIMICA DE LOS COMPONENTES DE LA CAL Y TAMAÑO DE PARTICULAS

Ensayos	Resultado
1. Contenido de Cal activa Porcentaje en peso de Ca(OH)_2 más CaO	96.8
2. Contenido de cal no hidratada porcentaje en peso de CaO	3.2
3. Contenido de agua libre porcentaje en peso de H_2O	0.0

GRANULOMETRIA DE CAL					
PESO INICIAL: 814.1			NORMA AASHTO T-219-87 (2013)		
TAMANO DE CAL (% Retenido)		ENSAYO			ESPECIFICACION TECNICA
30	14	0.1	0.1	99.9	100
50	26.6	3.3	3.4	96.6	95-100
200	76.3	9.4	12.8	87.2	80-100
1.20	709.8	87.2	100	-----	-----

ATENTAMENTE.


ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES
GERENTE GENERAL
REPRESENTANTE LEGAL


Hugo Cornejo Galle
INGENIERO CIVIL
CIP 16476

Consultas a los Celulares **961778661 - 983522391**
Email: **robertoachavezl@gmail.com**

"AGREGADOS PARA MINERIA Y CONSTRUCCION"

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

RUC: 10076297814

**FICHA TECNICA
Y
HOJA DE SEGURIDAD**
HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)2)

GHS Version 2.0.es.

1. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA O PREPARADO Y DE LA EMPRESA

Nombre Comercial	:HIDRÓXIDO DE CALCIO		
Sinónimos	: Cal Hidratada, Cal muerta, Cal apagada		
Formula Química	: Ca(OH)2		
Peso Molecular	: 74,093 g/mol		
Tamaño del Tamiz (La molienda y/o granulometría es de acuerdo a la necesidad del cliente)	:Malla	TAMANO DEL TAMIZ	PORCENTAJE PASANDO (%)
		600 µm (N°30)	100
		75 µm (N°200)	80-100
Uso	: Floculante, para el tratamiento de aguas residuales y mejoramiento de tierras ácidas, denominado también FILLER o relleno de origen mineral, empleado como relleno de vacíos, para una producción de mezcla asfáltica, siendo además un espesante del asfalto o mejorador de adherencia. Ingrediente para hacer mortero y yeso Reactivo químico		
Identificación de la Empresa	ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES RU C: 10076297814		
Domicilio Legal	AV. BRASIL 2694 - 202 PUEBLO LIBRE -LIMA		
Número Telefónico	Pedidos Celular : 961778661		
Base legal	Bien Fiscalizado incluido en lista de insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados, objeto de control a que se refiere el Artículo 5 del DECRETO LEGISLATIVO N° 1126, DECRETO SUPREMO N°348-2015- EF, SUNAT.-CONTROL Y FISCALIZACION: - Del hidróxido de calcio en una concentración superior al 40%		

2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

Identificación de Riesgos	La sustancia es muy corrosiva a los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión.
Síntomas relacionados con la exposición:	
- Inhalación	: Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.
- Contacto con los ojos	: Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas, graves.
- Contacto con la piel	: Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas, dolor.
- Ingestión	: Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, vómitos, colapso.

"AGREGADOS PARA MINERIA Y CONSTRUCCION"

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

**FICHA TECNICA
Y
HOJA DE SEGURIDAD**

GHS Version 2.0.es.

RUC: 10076297814

HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)2)

3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Nombre del Componente	Porcentajes	NORMA
Hidróxido de Calcio Ca(OH)^2	> 90 %	NORMA AASHTO T29 – FUENTE : AASHTO M303 Contenido total de cal activa (masa de $\text{Ca (OH)}^2 + \text{CaO}^1$), % m/m
Contenido de cal no hidratada	< 3.0 %	AASHTO T 219 – 87 (2013). porcentaje en peso de CaO
Contenido de agua libre	< 1.0 %	AASHTO T 219 – 87 (2013). porcentaje en peso de H_2O

4. PRIMEROS AUXILIOS

- Inhalación	: Retírelo de la exposición, muévelo inmediatamente al aire fresco. Mantenga a la persona afectada cubierta, caliente y descansando. Obtenga atención médica.
- Contacto con los ojos	: Lave los ojos inmediatamente con grandes cantidades de agua, levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior, hasta que no quede rastro alguno del químico (Aproximadamente de 15-20 minutos). Obtenga atención médica inmediatamente.
-Contacto con la piel	: Quite inmediatamente la ropa y el calzado contaminados. Lave el área afectada con jabón y agua, o con un detergente suave y grandes cantidades de agua hasta que no quede rastro alguno del químico (aproximadamente de 15 a 20 minutos) En el caso de quemaduras químicas, cubra el área afectada con gasa seca estéril. Aplique vendaje firme no muy apretado. Obtenga atención Médica.
-Ingestión	: Beber agua abundante. Provocar el vómito. Pedir atención médica.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Tipo de inflamabilidad	: No inflamable
Productos peligrosos de la combustión	: N.A.
Prevención	: El hidróxido de calcio no es combustible. Evitar el contacto con metales, combustibles y humedad. Mantener los contenedores cerrados. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosión y resistentes a la corrosión.
Medios de extinción de incendios	: En caso de incendio en el entorno, están permitidos todos los agentes extintores.
Instrucciones en caso de incendio	: No permitir el paso del agua de extinción a acuíferos superficiales o subterráneos.

“AGREGADOS PARA MINERIA Y CONSTRUCCION”

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

RUC: 10076297814

**FICHA TECNICA
Y
HOJA DE SEGURIDAD**
HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)2)

GHS Version 2.0.es.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones generales	: Eliminar los posibles puntos de ignición y ventilar la zona. No fumar. Evitar respirar los vapores. Equipar al personal de limpieza con los implementos de seguridad y materiales adecuados. Respirador para partículas nocivas.
Métodos de Limpieza	Recoger el vertido con materiales absorbentes no combustibles (tierra, arena, vermiculita, tierra de diatomeas...). Verter el producto y el absorbente en un contenedor adecuado. La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Echar el descontaminante a los restos y dejarlo durante varios días hasta que no se produzca reacción, en un envase sin cerrar en un lugar seguro.
Precauciones para el medio ambiente	Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. En caso de producirse grandes vertidos o si el producto contamina lagos, ríos o alcantarillas, informar a las autoridades competentes, según la legislación local.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

General	: Mantener lejos de fuentes de calor.
Medidas de protección técnicas	: Usar siempre protección personal, mantener la higiene.
Almacenamiento	: Rotular los recipientes adecuadamente, no almacenar en recipientes de metales ligeros. Almacenar en lugares ventilados, frescos y secos.
Manipulación	: No coma, no beba, no fume mientras manipule este producto.

8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Protección personal	
- Protección de las vías respiratorias	: En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro P.
- Protección de las manos y cuerpo	: Guantes de látex desechables, bata de laboratorio

"AGREGADOS PARA MINERIA Y CONSTRUCCION"

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

**FICHA TECNICA
Y
HOJA DE SEGURIDAD**

GHS Version 2.0.es.

RUC: 10076297814

HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)2)

- Protección para la piel	: Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite el contacto del producto
- Protección para los ojos	: Gafas químicas o gafas de seguridad. Mantener una ducha de emergencia visible y de fácil acceso al área de trabajo.
- Ingestión	: No comer, no beber y no fumar durante el trabajo.
- Medidas de higiene particulares	: sustituir la ropa contaminada y sumergir en agua. Lavar las manos al termino del trabajo
- Control de exposición	:
-Parámetros de Exposición	:
-TLV-TWA (ppm) (mgr/m3):	: N.D
-TLV-STEL (ppm) (mgr/m3):	: N.D.
-TLV-C (ppm):	: N.D.

9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico a 20°C	:Sólido
Color	: Crema debido a baja concentración en forma de polvo.
Olor	:Inodoro
Punto de fusión [°C]	: -273,15 °C
Punto de ebullición [°C]	: -273,15 °C
Densidad	:2,211 g/cm ³
Densidad relativa en agua	:0.185g/100 cm ³
Límites de explosión - Inferior [%]	: N.A.
Límites de explosión - Superior [%]	: N.A.
Peso Molecular	: 74,093 g/mol

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad y reactividad	: Estable bajo temperaturas y presiones normales. El hidróxido de calcio va a absorber gradualmente el dióxido de carbono cuando es expuesto al aire, formando carbonato de calcio.
Productos de descomposición	: Cuando se calienta por arriba de 580°C, el hidróxido de calcio pierde el agua y forma el óxido de calcio, o cal viva.
Incompatibilidades :	: Anhídrido maléico, Nitroparafinas, nitrometano, nitroetano, y nitropropano; todos pueden formar sales explosivas con el hidróxido de calcio.
Condiciones a evitar	: Ácidos. H2S Metales ligeros Altas temperaturas

"AGREGADOS PARA MINERIA Y CONSTRUCCION"

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

RUC: 10076297814

**FICHA TECNICA
Y
HOJA DE SEGURIDAD**

HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)2)

GHS Version 2.0.es.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad	Irritaciones en mucosas, trastornos gastrointestinales, irritaciones en a piel, trastornos de visión, riesgo de ceguera (lesión irreversible del nervio óptico).
al producto	La gravedad de las lesiones, el pronóstico de la intoxicación dependen directamente de la concentración y del tiempo de exposición al compuesto.

12. INFORMACION ECOLOGICA

Información sobre efectos ecológicos	El producto es ecológicamente inocuo, por su alto pH, sin embargo se tiene que impedir la entrada de grandes cantidades no controladas a aguas subterráneas y superficiales.
---	--

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACION

General Sensibilidad	No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Los residuos y envases vacíos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes.
-----------------------------	--

14. INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

Transporte terrestre (ADR/TPC - RID/TPF)	.No está clasificado como mercancía peligrosa
- Denominación para el transporte	Hidróxido de Calcio
- N° ONU - N° Riesgo - Grupo	
- ADR	
- Clase	
- División	
- Etiquetado según ADR IMDG	
- Etiqueta	
- Grupo	
- Cantidad limitada ADR Transporte marítimo (IMDG)	
- Denominación para el transporte	
- N° ONU	
- IMO	
-IMDG	
- IMO	
- EmS N°	

"AGREGADOS PARA MINERIA Y CONSTRUCCION"

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES

**FICHA TECNICA
Y
HOJA DE SEGURIDAD**

HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)2)

GHS Version 2.0.es.

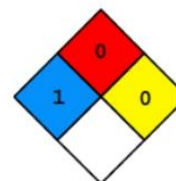
RUC: 10076297814

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

- Símbolos
- Indicadores de Peligro
- Clasificación según la norma NFPA 704



Irritante



Peligro a la salud = 1; Peligro de Inflamabilidad = 0;
Peligro de Reactividad = 0.

Frases R:

- R34: Provoca quemaduras
- R36: Irrita los ojos
- R37: Irrita el sistema respiratorio
- R38: Irrita la piel
- R41: Peligro de daño ocular

Frases S:

- S22: No respirar polvo
- S26: En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua. Acudir al médico.
- S39: Usar protección facial/ocular.
- S45: En caso de accidente o malestar acuda al médico.

16. OTRA INFORMACIÓN

Información adicional

: Ninguno/a.

ROBERTO ANTONIO CHAVEZ LINARES
GERENTE GENERAL
REPRESENTANTE LEGAL

INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN)
N. GDCN-LAB-0400-2023

FECHA DE REPORTE: 05.05.2023	FECHA DE RECEPCIÓN: 10.05.2023	CÓDIGO DE MUESTRA: 02751
HORA DE RECEPCIÓN: 15:40 HORAS	PROCEDENCIA: JEFATURA OPERACIONES	BUQUE/TANQUE: *****
TANQUE DE MUESTREO: 9	VOLUMEN CERTIFICADO: *****	DESTINO: PLANTA CONCHÁN

ENSAYOS	MÉTODO ASTM ^(A)	RESULTADOS DEL ANALISIS	ESPECIFICACIONES	
			MIN.	MAX.
PENETRACIÓN:				
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D 5-13	68	60	70
DUCTILIDAD:				
a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07	>150	100	
FLUIDEZ:				
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-10	4248		Reportar
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D 2170-10	420	200	
SOLUBILIDAD:				
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-15	99.8	99	
VOLATILIDAD:				
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D 92-16b	290	232	
DENSIDAD:				
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-09 ⁽¹⁾	6.8		Reportar
Gravedad Específica a 60/60°F	D 70-09 ⁽¹⁾	1.023		Reportar
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:				
Punto de Ablandamiento, °C	D 36-14e1	50.0		Reportar
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):	D 1754-09(2014)			
- Cambio de Masa, % masa del Original		0.28		0.8
- Penetración Retenida, % del Original	D 5-13	68	52	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07	65	50	

OBSERVACIONES:

- Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada.
- La muestra fue proporcionada por el cliente.
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 142 y 157°C
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.
- (A): American Society for Testing and Materials

ORIGINAL : CLIENTE	ELABORADO POR: SEGUNDO CLEMENTE RAMIREZ CHUQUIMAYTA Ficha N° 56851	APROBADO POR: JESÚS CHUPAYO CHUQUILLANQUI FICHA: 58305
--------------------	--	--

GDCNLAB-PG-015-F-02, Rev. 6

Pag 1 de 2

FIN DE INFORME

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

Gerencia Departamento Refinación Conchán
Panamericana Sur km 26.5 - Lurín
Central telefónica: (511) 625-4000 / (511) 315-6330
Portal empresarial: www.petroperu.com.pe



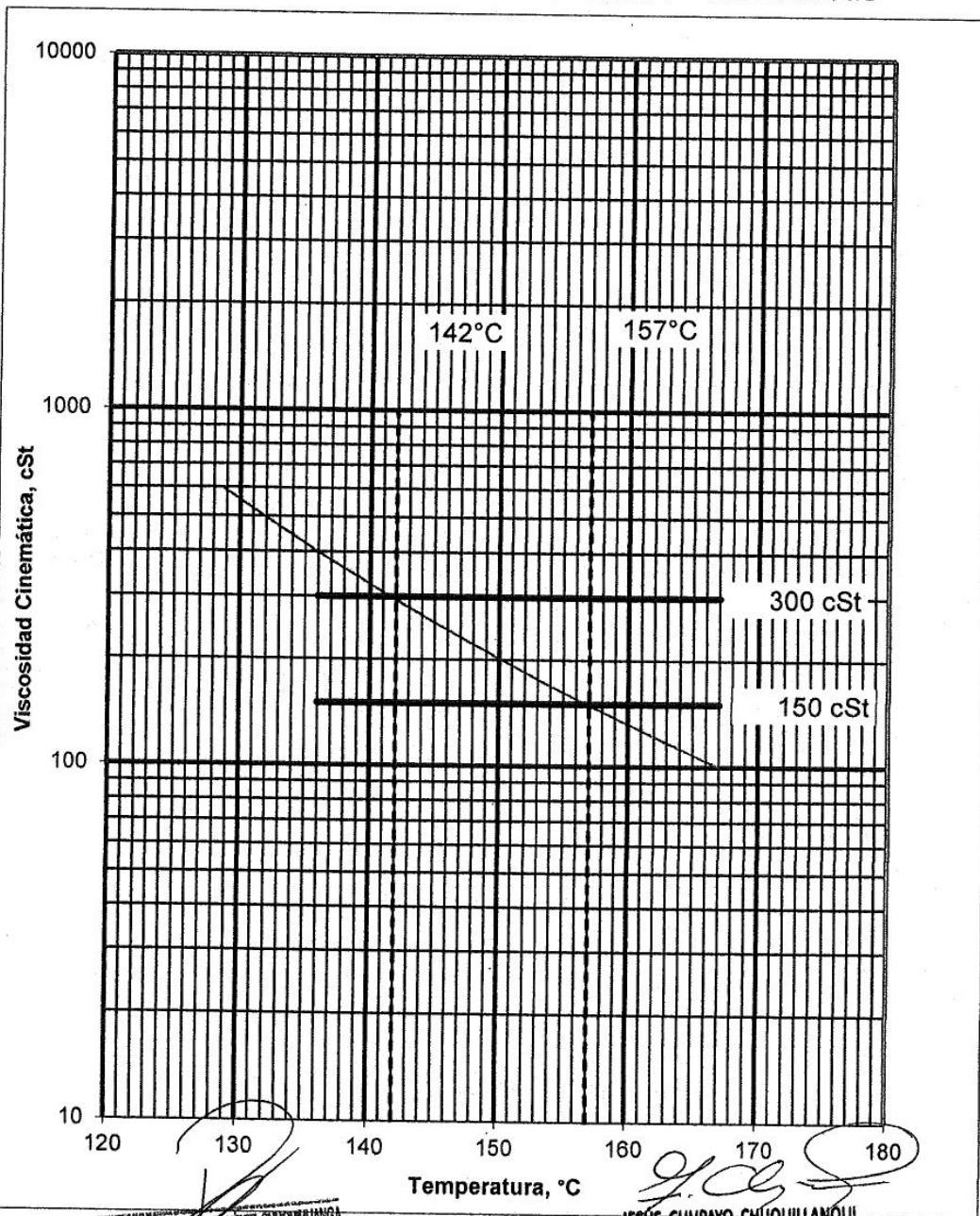
/petroperu

@petroperu_sa

/canalpetroperu

/petroperu

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 9 - C. A. 60 / 70 PEN. - 27.02.2021 - 15:40 horas



RECIBIDO CLIENTE RAMÍREZ CHUQUILLANQUI
 Fecha: Nº 56851

JESÚS CHUPAYO CHUQUILLANQUI
 FICHA: 56305

Pag 2 de 2



QUIMIBOND ADVANCE®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

DESCRIPCIÓN

QUIMIBOND ADVANCE es un aditivo líquido, base amina que mejora la adherencia entre el agregado-asfalto incrementando la adhesión y cohesión. Los ingredientes del **QUIMIBOND ADVANCE** permiten una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo incrementando la durabilidad del pavimento.

APLICACIONES

- En asfalto en caliente para mejorar la adherencia entre el concreto asfáltico y los agregados.
- Como promotor de adherencia en mezclas frías.
- En riegos de impregnación, para mejorar la penetración del impregnante a la base.
- En riegos de liga para una buena unión base-carpeta.
- Se recomienda su uso bajo las siguientes situaciones críticas:
 - Cuando se utilizan agregados difíciles.
 - En ambientes con alta humedad ambiental.
 - Cuando se empleen agregados con alto contenido de sílice.

BENEFICIOS

- Dosis bajas.
- Alto rendimiento.
- Baja viscosidad a bajas temperaturas.
- Fácil de dosificar al ser un aditivo líquido.
- Sin olor corrosivo que pueden afectar a los operarios.
- Larga duración del asfalto.

PROPIEDADES FÍSICAS

Color :	Marrón ámbar
Apariencia :	Líquida-viscosa
Densidad :	0.92 g/cc aprox.
Dosificación :	0.1% - 0.4% del peso del cemento asfáltico.

NORMAS / ESPECIFICACIONES

Para determinar la dosis óptima y efectividad de **QUIMIBOND ADVANCE** se recomienda realizar pruebas de laboratorio con su diseño de mezcla mediante las siguientes normas:

ASTM D 4867 Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixture.

ASTM D 3625 Standard Practice for Effect of Water on Bituminous-Coated Aggregate Using Boiling Water.



QUIMIBOND ADVANCE®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

La dosificación dependerá del tipo de asfalto, composición mineralógica, forma textura, porosidad de los agregados pétreos, tipo de finos, humedad, etc.

Por lo general, determine la dosificación de **QUIMIBOND ADVANCE** para obtener un recubrimiento mayor o igual 95% en la mezcla asfáltica utilizando el método de ensayo ASTM D 3625 y un TSR igual o mayor a 85% utilizando el método de ensayo ASTM D 4867.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Determinación	Contenido
Color	Marrón ámbar
Propiedades físicas a 25 °C	Líquida-viscosa
pH	>9.0
Punto congelamiento	< -5°C
Punto inflamación	> 190°C
Total de número de Aminas	>360 mg KOH/g
Gravedad Específica	0.915 Aprox
Gasolina	Soluble
Agua	Insoluble

NORMAS RECOMENDADAS

Para determinar la dosis óptima y efectividad de **QUIMIBOND ADVANCE** se recomienda realizar pruebas de laboratorio con su diseño de mezcla mediante las siguientes normativas:

ASTM D 4867 Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixture.

ASTM D 3625 Standard Practice for Effect of Water on Bituminous-Coated Aggregate Using Boiling Water.

La dosificación dependerá del tipo de asfalto, composición mineralógica, forma textura, porosidad de los agregados pétreos, tipo de finos, humedad, etc.

Por lo general, determine la dosificación de **QUIMIBOND ADVANCE** para obtener un recubrimiento mayor o igual 95% en la mezcla asfáltica utilizando el método de ensayo ASTM D 3625 y un TSR igual o mayor a 85% utilizando el método de ensayo ASTM D 4867.

INSTRUCCIONES DE USO

La dosificación del **QUIMIBOND ADVANCE** es fácil al no necesitarse calentarse o agitarse. Una vez determinada la dosificación que varía de acuerdo a los agregados entre el 0.1 al 0.4% del peso del cemento asfáltico. La dosificación se aplica por medios neumáticos al tanque de almacenaje o por inyección a la carga del asfalto.



una empresa  QUICORP

QUIMIBOND ADVANCE®

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

DOSIFICACIÓN

0.1 al 0.4 % del peso del cemento asfáltico.

Se recomienda la dosificación del 0.3% cuando los agregados poseen excesiva carga de silicios, piedra caliza o humedad.

CALCULO DE LA ADICIÓN DEL ADITIVO

Composición de la MEZCLA ASFALTICA típica:

Agregado 94%

Cemento Asfáltico 6%

Cálculos para 01 Tonelada Métrica (1,000 Kg.)

Agregado = $0.94 \times 1,000 = 940$ kg.

Cemento Asfáltico = $0.06 \times 1,000 = 60$ kg

Dosificación: 0.3%

QUIMIBOND ADVANCE = $0.003 \times 60 = 0.18$ Kg

PRESENTACIÓN

Cilindro x 180.0 kg

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto o Departamento Técnico **QUIMICA SUIZA INDUSTRIAL S.A.**

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

QUIMIBOND ADVANCE debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado en un lugar fresco, seco y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 2 años.

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Vista de la planta de asfalto gravimétrica



Fotografía 2

Vista de agregados gruesos de buzón en caliente de 4.7 – 9 mm



Fotografía 3

Vista de los agregados de buzón en caliente de 9.5 – 12 mm



Fotografía 4

Vista de los agregados de buzón en caliente de 0 – 4.5 mm



Fotografía 5

Vista de los agregados a emplearse en los bastones de la mezcla asfáltica en caliente



Fotografía 6

Ejecución del ensayo de granulometría para la combinación física de los agregados



Fotografía 7

Vista de los agregados combinados para la elaboración de los pastones de mezcla asfáltica



Fotografía 8

Ejecución del ensayo de angularidad del agregado fino de acuerdo a la AASHTO T304



Fotografía 9

Ejecución del ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas



Fotografía 10

Ejecución del ensayo de equivalente de arena según la AASHTO T176



Fotografía 11

Vista de la ejecución del ensayo de gravedad específica del agregado fino



Fotografía 12

Ejecución del ensayo de abrasión Los Ángeles



Fotografía 13

Ensayo de durabilidad de agregados al sulfato de magnesio según la norma MTC E 209



Fotografía 14

Vista de la ejecución del ensayo de densidad del aditivo Quimibond Advance



Fotografía 15

Vista de la dosificación de pastones de los agregados para todas las combinaciones



Fotografía 16

Vista de la mezcla asfáltica en caliente con aditivo Quimibond Advance



Fotografía 17

Vista del moldeo de probetas de acuerdo al MTC E 504



Fotografía 18
Vista de probetas de mezcla asfáltica en caliente moldeadas



Fotografía 19

Determinación de la gravedad específica bruta de las mezclas según la AASHTO T 166



Fotografía 20

Vista de las probetas en baño María (temperatura de 60 °C)



Fotografía 21

Vista de la ejecución del ensayo de estabilidad Marshall según MTC E 508



Fotografía 22

Determinación de la gravedad específica máxima teórica - MTC E 508 y AASHTO T 209



Fotografía 23

Vista del ensayo de adherencia con diferentes dosificaciones de aditivo Quimibond advance



Fotografía 24

Vista de la adherencia en el agregado grueso sin y sumergido en el agua



Fotografía 25

Ensayo de adherencia de la mezcla sin aditivo y sumergido



Fotografía 26

Ensayo de adherencia con 0.2 % de aditivo Quimibond advance



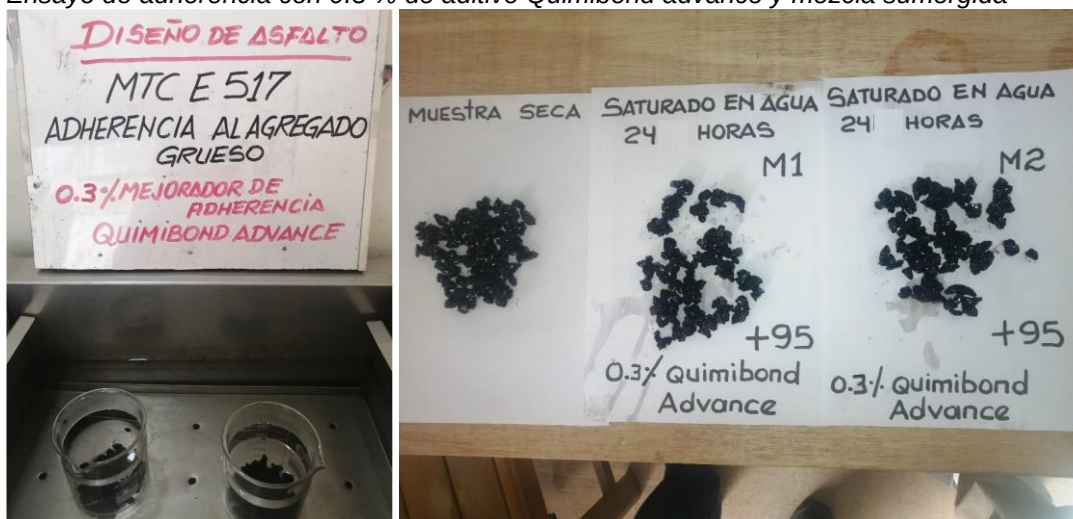
Fotografía 27

Ensayo de adherencia con 0.3 % de aditivo Quimibond advance



Fotografía 28

Ensayo de adherencia con 0.3 % de aditivo Quimibond advance y mezcla sumergida



Fotografía 29

Ensayo de adherencia con 0.4 % de aditivo Quimibond advance y mezcla sumergida

