



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de Propiedades de Mezclas Asfálticas en Caliente con adición
de Aceite de Soya de acuerdo las Normas MTC – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Reyes Bazán, Jhelsy Helen ([ORCID: 0000-0003-4783-3707](https://orcid.org/0000-0003-4783-3707))

ASESOR:

Ms. Ing. Casso Valdivia, Hugo ([ORCID: 0000-0002-7891-0819](https://orcid.org/0000-0002-7891-0819))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático.

ATE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres: Julia Bazán y Agustín Reyes, por darme su apoyo incondicional durante todo este proceso de aprendizaje, enseñarme que cada cosa que se empieza se tiene que culminar ante cualquier inconveniente que se presente en el transcurso del camino. A mi hermano Wilfredo Reyes quien en vida me enseñó que la perseverancia conlleva a obtener grandes resultados, y que me dio el impulso y coraje suficiente, para lograr lo que él mucho anhelaba.

AGRADECIMIENTO

El inmenso agradecimiento a Dios, por darme la inteligencia y sabiduría suficiente para recorrer este largo camino. A mi asesor Ing. Hugo Casso Valdivia, por guiarme durante el proceso de desarrollo de esta investigación.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.1.1. Tipo de investigación	11
3.1.2. Diseño de investigación.....	11
3.1.3. Enfoque de la investigación	11
3.1.4. Nivel de la investigación	12
3.2. Variables y Operacionalización	12
3.2.1. Identificación de variables.....	12
3.2.2. Variable independiente	12
3.2.3. Variable dependiente.....	13
3.3. Población y muestra:.....	13
3.3.1. Población:.....	13
3.3.2. Muestra:	13
3.3.3. Muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.4.1. Tipos de técnicas.....	14

3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	14
3.4.3.	Validez de los instrumentos	16
3.4.4.	Confiabilidad de los instrumentos	16
3.4.5.	Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	16
3.5.	Procedimiento	17
3.5.1.	Etapa de campo	17
3.5.2.	Etapa de laboratorio	17
3.5.3.	Etapa de Gabinete.....	24
3.6.	Método de análisis de datos.....	25
3.7.	Aspectos éticos.....	25
IV.	RESULTADOS.....	26
4.1.	Resultados de los ensayos e interpretación	26
4.1.1.	Ensayo de Propiedades Físicas y mecánicas de los agregados:.....	26
4.1.2.	Mezcla asfáltica en caliente convencional:	31
4.1.3.	Mezcla asfáltica con 1% de aceite de soya:.....	36
4.1.4.	Mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya.....	41
4.1.5.	Mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya.....	46
4.1.6.	Variación de las Propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente con adición de aceite de soya:	51
4.1.7.	Variación de las Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente con adición de aceite de soya:	55
4.2.	Contrastación de hipótesis	58
4.2.1.	Prueba de normalidad de datos	58
4.2.2.	Hipótesis específica “a”	66
4.2.3.	Hipótesis específica “b”	74
V.	DISCUSIÓN	82
VI.	CONCLUSIONES.....	84

VII. RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS	86
ANEXOS.....	94

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas del aceite de soya.	8
Tabla 2. Tabla de población y muestra.	13
Tabla 3. Durabilidad al Sulfato de Magnesio en los agregados - MTC E 209	26
Tabla 4. Abrasión Los Ángeles - Según MTC E 207	26
Tabla 5. Ensayo de Adherencia - Según MTC E 517	26
Tabla 6. Sales Solubles en Agregados - Según MTC E 219	27
Tabla 7. Gravedad específica y absorción del agregado grueso - MTC E 206	27
Tabla 8. Gravedad específica y absorción del agregado fino - MTC E 205.	27
Tabla 9. Ensayo de Impurezas Orgánicas - Según MTC E 213	28
Tabla 10. Ensayo de equivalente de arena - Según MTC E 114	28
Tabla 11. Riedel Weber - Según MTC E 220	28
Tabla 12. Análisis granulométrico por tamizado	29
Tabla 13. Granulometría - mezcla de agregados	30
Tabla 14. Resumen del Ensayo Marshall para la mezcla convencional	31
Tabla 15. Resultado del Ensayo Marshall de la muestra asfáltica convencional .	32
Tabla 16. Resumen del ensayo Marshall para la mezcla con 1% de aceite de soya.	36
Tabla 17. Resultados de Ensayo Marshall del MAC con la adición del 1% de aceite de soya.....	37
Tabla 18. Resumen del ensayo Marshall para la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	41
Tabla 19. Resultados de Ensayo Marshall del MAC con la adición del 1.5% de aceite de soya.....	42
Tabla 20. Resumen del ensayo Marshall para la mezcla con 2 % de aceite de soya.	46
Tabla 21. Resultados de Ensayo Marshall de la muestra asfáltica con 2% de aceite de soya.....	47
Tabla 22. Variación del peso específico en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.....	51
Tabla 23. Variación de los vacíos en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.	52

Tabla 24. Variación de los VMA en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.	53
Tabla 25. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.	54
Tabla 26: Variación del flujo en las mezclas asfálticas con aceite de soya.....	55
Tabla 27: Variación de la estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.....	56
Tabla 28. Variación de la estabilidad/flujo en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.....	57
Tabla 29. Prueba de normalidad de los datos del peso específico de las mezclas asfálticas en caliente.....	59
Tabla 30. Prueba de normalidad de los datos de los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.....	60
Tabla 31. Prueba de normalidad de los datos de los VMA de las mezclas asfálticas en caliente.....	61
Tabla 32. Prueba de normalidad de los datos de los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.....	62
Tabla 33. Prueba de normalidad de los datos del flujo de las mezclas asfálticas en caliente.	63
Tabla 34. Prueba de normalidad de los datos de la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.....	64
Tabla 35. Prueba de normalidad de los datos de la relación estabilidad/flujo de las mezclas asfálticas en caliente.....	65
Tabla 36. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.	66
Tabla 37. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.	67
Tabla 38. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.	67
Tabla 39. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.	68
Tabla 40: Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.	68

Tabla 41. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.	69
Tabla 42. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.	70
Tabla 43. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.	71
Tabla 44. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.	72
Tabla 45. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.	73
Tabla 46. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.....	75
Tabla 47: Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.	75
Tabla 48. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.....	76
Tabla 49. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.	76
Tabla 50. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.....	76
Tabla 51. Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.....	77
Tabla 52. Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.	78
Tabla 53: Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.....	79
Tabla 54: Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.	80
Tabla 55. Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.....	81
Tabla 56: Matriz de consistencia.	95
Tabla 57: Matriz de operacionalización de variables.	96
Tabla 58: Matriz de consistencia del diseño de ejecución.	97

Tabla 59. Proporciones requeridas de los agregados.	99
Tabla 60. Proporciones requeridas del asfalto.	99
Tabla 61. Proporciones requeridas de aceite de soya.	99
Tabla 62: Requerimientos para los agregados gruesos.	100
Tabla 63: Requerimientos para los agregados finos.	100
Tabla 64: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.	101
Tabla 65: Requisitos de adherencia.	101
Tabla 66: Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC).	102

Índice de figuras

Figura 1. Presencia de deformaciones superficiales en el pavimento.	2
Figura 2. El aceite de soya nueva materia prima para el diseño de mezcla.	8
Figura 3. Componentes de la Mezcla Asfáltica en Caliente, agregados, cemento asfáltico y aceite de soya.	17
Figura 4. Análisis granulométrico de agregados, tamizaje y pesaje de material retenido.	18
Figura 5. Ensayo para determinar la Gravedad Especifica y Absorción de agregados finos.	19
Figura 6. Muestras de los agregados para realizar el ensayo de Durabilidad.	21
Figura 7. Ensayo para determinar las impurezas orgánicas.	22
Figura 8. Muestras de agregado pétreo con agua destilada para determinar la presencia de sales solubles en los agregados.	22
Figura 9. Gráfica de curva granulométrica de agregados.	31
Figura 10. Valores del Peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.	33
Figura 11. Valores del contenido de Vacíos vs el contenido de cemento asfáltico	33
Figura 12. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.	34
Figura 13. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.	34
Figura 14. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.	35
Figura 15. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.	35
Figura 16. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.	36
Figura 17. Valores del peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.	38
Figura 18. Valores del contenido de vacíos vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1% de aceite de soya.	38

Figura 19. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.	39
Figura 20. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.	39
Figura 21. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.	40
Figura 22. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.	40
Figura 23. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.	41
Figura 24. Valores del peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	43
Figura 25. Valores del contenido de vacíos vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	43
Figura 26. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	44
Figura 27. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	44
Figura 28. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	45
Figura 29. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	45
Figura 30. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.	46
Figura 31. Valores del peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	48
Figura 32. Valores del contenido de vacíos vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	48
Figura 33. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	49
Figura 34. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	49

Figura 35. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	50
Figura 36. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	50
Figura 37. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.	51
Figura 38. Variación de Peso Específico.	52
Figura 39. Variación de los vacíos en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.	53
Figura 40. Variación de los VMA en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.	54
Figura 41. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.	55
Figura 42. Variación del flujo en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.	56
Figura 43. Variación de la estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.	57
Figura 44. Variación de la estabilidad/flujo en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.	58

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad determinar la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, es por eso que se realizó un estudio experimental de tipo aplicada, para comprobar si cumple con la hipótesis planteada en esta investigación. Para realizar la parte experimental se realizó 60 briquetas como muestra, de las cuales se consideró 15 briquetas como muestra patrón y 45 briquetas para muestras modificadas con la adición de aceite y por cada porcentaje de adición de cemento asfáltico, para ello se aplicó el ensayo Marshall teniendo en cuenta los requerimientos de la Norma MTC E 504. Los resultados obtenidos de este ensayo para las propiedades físicas fueron: que al adicionar el 1.5% de aceite de soya cuando se emplea el 6.5% de cemento asfáltico, el peso específico y los vacíos llenos de cemento asfáltico reducen significativamente, mientras que los porcentajes de vacíos y los vacíos de material agregado se incrementan significativamente. De los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas se concluyó que al adicionar el 1.5% de aceite de soya cuando se emplea el 6.5% de cemento asfáltico; se incrementa el flujo, se mantiene la estabilidad y reduce la rigidez.

Palabras claves: Marshall, abrasión, fluencia, mezcla asfáltica, densidad.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the influence of the addition of soybean oil on the properties of the hot asphalt mixture, which is why an experimental study of an applied type was carried out, to verify if it complies with the hypothesis proposed in this investigation. To carry out the experimental part, 60 briquettes were made as a sample, of which 15 briquettes were considered as a standard sample and 45 briquettes for samples modified with the addition of oil and for each percentage of addition of asphalt cement, for which the Marshall test was applied. taking into account the requirements of the MTC E 504 Standard. The results obtained from this test for the physical properties were: that when adding 1.5% soybean oil when 6.5% asphalt cement is used, the specific weight and the voids filled with asphalt cement are significantly reduced, while the percentages of voids and voids of aggregate material are significantly increased. From the results obtained from the mechanical properties, it was concluded that by adding 1.5% soybean oil when 6.5% asphalt cement is used; flow is increased, stability is maintained and stiffness is reduced.

Keywords: Marshall, abrasion, creep, asphalt mix, density.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el ser humano ha venido buscando muchas mejoras en el ámbito de la construcción, con la finalidad de ofrecer a los pobladores de dicha zona de estudio mejorar su manera de vida. Para tal caso, en el ámbito de la ingeniería se promueve el uso de nuevas tecnologías que involucre materiales reciclables y sostenibles para la construcción de carreteras, logrando así evolucionar las propiedades de los materiales que permiten extender la vida útil de la superficie del asfalto y lograr menor impacto ambiental. La construcción de carreteras es uno de los tipos de construcción más comunes, ya que se utiliza muchos recursos naturales; en particular, se aplica un mayor porcentaje de áridos en la preparación de mezclas asfálticas (Acosta, Moll y Gonzáles, 2017, p. 2).

El origen de la mezcla asfáltica utilizada en carreteras asfaltadas se remonta al año 1830, cuando se utilizó el asfalto para el riego superficial de pavimentos. Sin embargo, el primer trabajo in situ con asfalto se llevó a cabo hacia 1850 en varias carreteras de Reino Unido. España empieza el uso del asfalto en zonas peatonales de Madrid entre los años 1847 y 1854. En Estados Unidos en el año 1870 comienzan a hacer uso de mezclas preparadas a base de rocas asfálticas y de asfaltos naturales. A pesar del tiempo la industria del petróleo se va desarrollando a consecuencia de esto empezaron a emplear betunes de destilación, y a fines del siglo XIX C. Richardson aplicó las mezclas asfálticas para pavimentación (Yepes, 2014, "Evolución histórica de la fabricación de mezclas bituminosas", párr. 1).

Carreteras en mal estado (s.f), afirma: que, ante la comisión de transportes, el congresista Guillermo Bocángel y el ministro Martín Vizcarra a lo largo de la exposición indicaron que de 24 mil 287 km de carretera departamental solo están asfaltadas 3 mil 400 km, haciendo un promedio del 14% y el resto es netamente trocha; de igual manera indicaron que 114 mil km de vías vecinales solo mil 890 km están pavimentados, haciendo un promedio del 2% y el resto es trocha. Según Peña (2019), indica que en nuestro país los usos de las nuevas tecnologías en el diseño de mezclas deben de estar relacionado proporcionalmente con la mejora continua en la construcción, así como en el mantenimiento y ejecución de infraestructuras viales (p. 8).

El desempeño de las carreteras se ve perjudicado por una serie de agentes que no permiten una modelación de forma puramente mecánica para producir resultados que sean lo suficientemente precisos para predecir el comportamiento durante toda la vida útil de la carretera (MTC, 2014, p. 13). Es por eso que el siguiente estudio se realiza en Huaycán del distrito de Ate – Lima, ya que existen muchas carreteras que se encuentran en mal estado, estas fallas se vienen dando debido a malos procesos constructivos, mala calidad del material y la falta de adición de aditivos que permitan la mejora de las características del diseño asfáltico. Estas conclusiones se extraen debido a que se observan patologías en la carpeta asfáltica en tan poco tiempo de construcción de los proyectos viales.



Figura 1. Presencia de deformaciones superficiales en el pavimento.

Por ende, con el afán de buscar soluciones, se propone añadir aceite de soya en la preparación de mezcla asfáltica se pretende lograr la mejora, en las diferentes propiedades del asfalto. El aceite de soya puede ser usado como un aditivo o alternativa de solución, ya que puede permitir la mejora de las patologías en los pavimentos y puede ayudar a ampliar la vida útil del asfalto (Conoce cuáles son los nuevos materiales de construcción sostenibles para carreteras y edificios, 2020, párr. 7). Hoy en día, los investigadores están realizando estudios aplicando nuevos materiales, con el propósito de conseguir favorables soluciones a los desperfectos que se vienen observando en las obras viales.

En relación con la realidad problemática planteada, surge el planteamiento del **problema general**, ¿en qué medida influye la adición de aceite de soya en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente?, y tenemos como **problemas**

específicos, ¿de qué manera influye la adición de aceite de soya en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente?, ¿de qué manera influye la adición de aceite de soya en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente?

En el siguiente estudio el aporte a la **justificación teórica** se dará a partir de los resultados de los ensayos que se ha de realizar incorporando el aceite de soya en la mezcla, para luego evaluar la influencia que hay en el asfalto. Además, este trabajo será una base para fomentar la investigación de nuevos componentes que se requiera para adicionar en la preparación del asfalto, para así mejorar las características de sus propiedades y obtener mezclas que sean resistentes a las fallas y deformaciones del asfalto. Asimismo, la **justificación práctica** de este estudio se genera a partir de la necesidad de aumentar la construcción de carreteras, que cumplan con las normativas establecidas. Para tal caso se busca otras alternativas de materiales para emplear en el diseño de la mezcla y así lograr obras sostenibles; es así que se adicionará el aceite de soya en el diseño de la mezcla para mejorar sus características, como para lograr extender la vida útil del asfalto. Esta investigación contribuye con la aportación de nuevos conocimientos y nuevas alternativas de materiales para el diseño del asfalto, además sería un aporte innovador en el rubro de la ingeniería de infraestructuras viales.

Para esta investigación surge como **objetivo general**, determinar la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente, por consiguiente, surgen los **objetivos específicos**, establecer la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente. Establecer la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.

Al conocer los objetivos de investigación se plantea **la hipótesis general**, La adición de aceite de soya influye de manera significativa en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente, del mismo modo las **hipótesis específicas** planteadas son: La adición de aceite de soya influye de manera significativa en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente. La adición de aceite de soya influye de manera significativa en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.

II. MARCO TEÓRICO

Para comenzar con la recopilación de información de esta investigación, se indagaron los antecedentes nacionales:

Adauto (2019), en su tesis: *“Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz”*. Indica como principal objetivo conocer el funcionamiento de las propiedades del pavimento agregando la ceniza para incrementar la vida útil del asfalto, haciendo uso del diseño experimental - correlacional y de enfoque cuantitativo. Como resultado de este estudio se obtuvo como resultado, que al agregar hasta el 1% ceniza en la mezcla, mejoró las características mecánicas del asfalto luego de la cual se confirmó que el material que se está adicionando a la mezcla si cuenta con propiedades puzolánicas; además la adición del 1% en la mezcla mejora las características de la estabilidad - flujo en comparación con la mezcla tradicional, y la adición del 0.5% incrementa la dureza a los deterioros que puedan surgir por la humedad en diferencia de un 6% de más en comparación a la mezcla común, también se concluyó que al agregar ese material disminuye la deformación y la curva granulométrica tiende a ser mayor para la fracción de los finos.

Ortega (2021), en su tesis: *“Aceite de palma para la conservación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente expuestos a transportes prolongados en climas fríos”*. En su investigación nos menciona como su principal objetivo estudiar cual es el efecto que causa al agregar este nuevo componente en la mezcla sobre las propiedades del asfalto expuestas a temperaturas reducidas debido al transporte a largo plazo en climas fríos, en la cual se propondrá un tipo de investigación aplicativo de diseño experimental y método científico. En esta investigación se tendrá como resultado que luego de aplicar diferentes proporciones de aceite de palma en la mezcla, se concluyó que la proporción optima a considerar es la de 3.0%, ya que en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas muestra un desempeño mejorado con respecto a la estabilidad, flujo y mantenimiento a la adhesión; del mismo modo se observó que la mezcla se puede procesar hasta 130° C, ya que presenta un impacto de manera positiva en el ámbito

económico, ambiental y operativo en el rubro de la ingeniería de infraestructuras viales expuestas a un clima frío prolongado.

Delgado y Solano (2019), en su tesis: *“Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado”*. En su investigación muestra que su principal propósito es evaluar las propiedades de del asfalto con plástico granular de polietileno LDPE, donde se utilizó el diseño experimental – transversal, método cuantitativo; en la cual se obtendrá como resultado de la investigación que la muestra adicionada con plástico LDPE puede mejorar la estabilidad, lo que hace referencia a que tendrá una mayor capacidad para soportar una gran cantidad de cargas de vehículos. Esta investigación tuvo como conclusión que los datos que se obtuvo en la prueba Marshall son inconsistentes con la hipótesis general, porque cuando se incorpora un 6% de plástico LDPE, la mezcla modificada aumenta en un 15% a diferencia de la mezcla estándar. Como se indica en los resultados el porcentaje adecuado de plástico LDPE a usar es de 6% en lugar del 3% que fue planteada en la hipótesis específica, lo que puede mejorar las condiciones de prueba y las propiedades del asfalto.

González y Luquillas (2019), en su tesis: *“evaluación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente mejorada con fibra acrílica”*, en su estudio señaló como propósito principal superar las características de la mezcla tradicional por medio del aumento de fibra acrílica, aplicando el método cuantitativo de tipo aplicada y método experimental; se obtuvo como resultado, que la resistencia del asfalto causada por la humedad es de 0.54 Mpa en el diseño de mezcla tradicional y de 0.60 Mpa en la mezcla modificada. La conclusión de esta investigación fue que, al agregar la fibra acrílica en la mezcla, esta muestra baja pérdida a la resistencia por influencia al agua y aumenta la resistencia a la deformación.

Matta y Pérez (2019), en su tesis: *“Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfálticas en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas”*. Señaló como principal objetivo determinar las variaciones que presenten las propiedades al añadir cenizas de algas marinas a la mezcla de asfalto, haciendo uso de la metodología de diseño cuasi-experimental Transversal; en donde se obtuvo como resultados que la mezcla asfáltica estándar ideal es de 5% C.A., esto quiere decir que tiene una estabilidad de 1880 kg, fluencia de 3.8 mm, densidad de 2.339 gr/cc

y 5.17% como vacíos; por otro lado la mezcla que contiene 5 y 10% de ceniza obtienen una estabilidad de 1998 kg, fluencia de 3 mm, densidad de 2.359 gr/cc y 4.22% de vacíos. Como conclusión de esta investigación, fue que la muestra estándar con 5% C.A. y una mezcla que tiene 5 y 10% de cenizas son compuestos que funcionan bien en términos de características tanto físicas – mecánicas.

De igual manera se obtiene información de antecedentes internacionales:

Dávila y Magaldi (2018), en su tesis: *“Efecto del aceite reciclado de cocina sobre las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente MD-19 (60-70)”*. Indicó en su objetivo principal es investigar si la adición del aceite comestible reciclado actúa como modificante del cemento asfáltico en la ejecución de pavimentos haciendo uso de la metodología de diseño experimental; en la cual como resultado del estudio se tuvo que la tasa de pérdida promedio de las probetas de mezcla estándar fue de 13,02; tasa de pérdida promedio de las probetas de mezcla mejorada fue de 23,5 y se incrementó las pérdidas en el asfalto modificado. Debido a la composición general y los resultados obtenidos, se concluyó que el 1% de aceite reciclado de cocina no es la cantidad adecuada, porque fueron deficientes los datos obtenidos en correlación con la muestra patrón, esto quiere decir que hubo gran pérdida de estabilidad, flujo y resistencia a la deformación.

Flores (2017), en su tesis: *“Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma”*. En su investigación mencionó dentro de su principal objetivo indicar la correlación de la estabilidad y el flujo de las muestras de mezcla durante el proceso de preparación del asfalto y las muestras sacadas con posterioridad, para indicar los criterios obtenidos de la última muestra tomada, haciendo uso de una investigación experimental; donde se tuvo como resultado, que los ensayos que se realizaron de las briquetas obtenidas se deberían de tomar como un criterio de verificación de cada uno de los parámetros del asfalto. De igual manera se concluyó que la densidad bulk que se obtuvo de las muestras extraídas no presentó cambios significativos y se mantuvo constante durante el tiempo analizado, por otro lado, la estabilidad de la muestra obtenida después del tendido del material se incrementó en 1800 lb respecto a los parámetros establecidos para estas muestras, por ende, se puede considerar adecuado para la aceptación de dicha mezcla.

Segura (2016), en su tesis: *“Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas; con materiales reutilizables en la construcción como escoria de acero”*. Indicó en su objetivo principal estimar las fortalezas y debilidades del uso de un componente adicional en el diseño de mezcla para mejorar sus características, tanto con el procedimiento y especificaciones de las normas, haciendo uso de la metodología de diseño experimental; en donde se determinaron como resultados y conclusiones, que al agregar nuevos materiales en la mezcla mejora las características del asfalto con relación a la estabilidad, fluencia y dureza de la muestra compactada.

Apaza (2017), en su tesis: *“Deformación en las mezclas asfálticas y su consecuente deterioro en los pavimentos asfálticos”*. Mencionó como objetivo realizar una investigación exhaustiva para obtener un buen desarrollo respecto a las clasificaciones de las deformaciones de las mezclas asfálticas; para este estudio se aplica el diseño no experimental y método descriptivo explicativo. Se obtuvo de este estudio, que el asfalto no cumple con su función estructural, debido a que las capas de dicho pavimento son simples, por ende, se plantea realizar un correcto diseño de la infraestructura vial teniendo en cuenta ciertos criterios y parámetros de acuerdo a la zona donde se va a realizar dicho proyecto.

Florez, Gómez y Cely (2018), en su tesis: *“Caracterización física y reológica del asfalto modificado con aceite de coco”*. Indicó como su objetivo principal Investigar cual es el rendimiento de la mezcla asfáltica al ser adicionado con aceite de coco en su dosificación, planteando un enfoque de investigación cuantitativo de alcance experimental correlacional; en donde se obtuvo como resultado que la mezcla modificada sufre un efecto en su viscosidad permitiendo que el material sea más blando y más sensible a los efectos de la temperatura, de la misma manera, se tiene como conclusión que las mezclas modificadas con el 5 y 10% de aceite de coco se comporta de manera similar, teniendo valores G' idénticos en las temperaturas analizadas.

La **Soya** también conocida como soja es una planta subtropical llamada Glycine Max; este vegetal tiene diferentes características que le permite acoplarse a

cualquier clima y tiene diferentes usos (De la Torre, 2016, p. 1). Es originaria de Asia y crece en regiones tropicales y subtropicales. Especialmente durante la temporada de crecimiento, requiere de mucha agua y de sequía durante el periodo de madurez, particularmente en la temporada de cosecha. Esta legumbre tiene una variedad increíble de subproductos como el aceite de soya, leche de soya, salsa de soya, entre otros (Loza y Parra, 2012, p. 4).

El **Aceite de soya** es una materia prima que es usado con mucha frecuencia, **tanto** así que, en el mundo los tres países productores de este aceite son Argentina, Brasil y Estados Unidos. Este aceite no solo se aplica en la gastronomía sino también en la industria química para la producción de pinturas, ya que beneficia el grado de instauración que convierte el efecto de secado en resina alquídica. (Loza y Parra, 2012, p. 6).



Figura 2. El aceite de soya nueva materia prima para el diseño de mezcla.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del aceite de soya.

Color	Gardner 10 a 11
% Acidez	Máx. 1
% Humedad e impurezas	Máx. 1
Índice de Yodo	132 a 140

Fuente: elaboración propia.

El Asfalto pertenece naturalmente al grupo de materiales bituminosos en estado sólido, líquido o gaseoso y es uno de los componentes del aceite en solución. Los materiales bituminosos son de base asfáltica, estas tienen mejores propiedades

para su uso en pavimentos debido a su adherencia y resistencia a la intemperie; o de base nafténica, que cuando se expone al aire se oxida gradualmente dejando un producto suelto en polvo (Segura, 2016, p. 20).

El **cemento asfáltico** es usado para realizar el diseño de mezcla en caliente, este material varía de acuerdo al lugar o la zona en la cual se va a realizar el proyecto y que características requiere, ya que este componente se clasifica de acuerdo al grado de penetración, estos grados son el PEN 40-50, PEN 60-70, PEN 85-100, PEN 120-150 y el PEN 200-300 (MTC, 2013, p. 659).

En el país el asfalto que cumple con las exigencias de calidad son las **mezclas asfálticas en caliente**; para este caso se tiene que cumplir con la norma ASTM D-946 porque está basado en el ensayo de penetraciones 25°C; sin embargo, en la actualidad se requiere la aplicación de la norma ASTM D-3381, por que la viscosidad absoluta a 60°C y la viscosidad cinemática a 135°C es aplicable en la mezcla patrón también en la mezcla asfáltica envejecida (Dávila y Magaldi, 2018, p. 12).

Las **mezclas asfálticas** suelen ser la mezcla de material asfáltico más agregados pétreos; los porcentajes relativos de los metales definen las propiedades del asfalto y su desempeño como mezcla final para una aplicación particular. Estas pueden ser usadas para la ejecución de proyectos viales, juntas de cubiertas, puesto que provee un área de conducción práctica, económica y segura (Yepes, 2014).

Dentro de las Descripciones generales de proyectos viales del Instituto Nacional de Vías-INVIAS, incluyen como **tipos de mezclas asfálticas** a la mezcla denso caliente y frío, abierta en frío y caliente, discontinua en caliente para la capa de asfalto y la drenante; esta cambia de acuerdo a la vía seca o húmeda (Forero, García y Martínez, 2015, p. 13).

La **mezcla asfáltica en caliente** se realiza en fábricas fijas o móviles. Antes de echar agregado a la mezcla se debe de separar por tamaños para evitar que se revuelvan; como la película asfáltica debe cubrir todos los elementos involucrados, se debe calentar para proporcionar una temperatura que proporcione la mezcla del material; para estas mezclas se pueden diferenciar por su granulometría que puede

ser densa, abierta o de tipo SMA (Características de las mezclas asfálticas en frío y caliente, s.f., párr. 6) .

La preparación del **Diseño de mezcla asfáltica**, tiene como finalidad precisar la estructura correcta tanto de agregados pétreos y material asfáltico, para obtener un buen desempeño a largo plazo de una estructura del pavimento y evitar que se generen patologías en el pavimento; este diseño de mezcla requiere de métodos experimentales en laboratorios (Rivero, 2018, p. 16).

Para analizar las características de las mezclas con materiales asfálticos se usa el **aparato Marshall**, ya que este aparato permite analizar porcentaje óptimo del cemento asfáltico en la mezcla, de igual manera con este aparato se puede realizar diferentes ensayos como la estabilidad y flujo, resistencia, densidad, porcentaje de vacíos; además, nos permite calcular los requerimientos básicos de la norma que están establecidos en el manual de carreteras (MTC, 2016, p. 584).

El **Ensayo Marshall**, se realiza a muestras elaboradas de mezclas bituminosas, para este ensayo se toma como referencia la Norma MTC E 504, esta norma indica que como mínimo se debe de considerar 3 especímenes por cada muestra, además que si se ha de adicionar algún aditivo el incremento debe de ser de 0.5% sobre el rango establecido (MTC, 2016, p. 583).

La **estabilidad y flujo** son las propiedades mecánicas de los asfaltos de muestras compactadas; la **estabilidad** viene a ser la resistencia máxima a la deformación, que en la muestra se aplica una carga constante, la estabilidad puede variar de acuerdo al grado, el tipo y el porcentaje de agregado y cemento asfáltico utilizado para la preparación de la mezcla; y el **flujo** viene a ser la medida de la deformación en la mezcla asfáltica al momento de realizar el ensayo de estabilidad (MTC, 2016, p. 583).

Peso específico: es la relación entre dos pesos, uno que es el de un volumen dado de una sustancia y el otro de un volumen igual de agua, en donde ambas sustancias se encuentran a una temperatura determinada (Velázquez, 1962, p. 47).

Vacíos de aire: estos son espacios pequeños formados en una mezcla asfáltica ya compactada, y esto va a ser considerado de acuerdo al diseño de mezcla que se necesite (Ortega, 2021, p. 29).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El siguiente estudio es de tipo aplicada, puesto que se formula un problema o hipótesis de trabajo para solucionar los inconvenientes que surgen en la vida productiva de una sociedad. También se le conoce como tecnológico porque no es producto de conocimiento puro sino un producto de la tecnología (Esteban, 2018, p. 3). Se investiga nuevos conocimientos para poder solucionar los problemas planteados, en este caso se usará el aceite de soya para modificar las características del asfalto convencional. Para esto, se realizará ensayos tanto de la mezcla tradicional y del modificado con la finalidad de comprobar, que si al agregar el aceite de soya en la mezcla ayuda a mejorar de manera significativa las propiedades del asfalto permitiendo así mejorar la vida útil de dicho pavimento.

3.1.2. Diseño de investigación

En este estudio se hace uso del diseño Experimental, porque emplea libremente más de una variable independiente para reconocer su resultado en más de una variable dependiente, los individuos no se dividen al azar en grupos o parejas, sino que estos son formados antes del experimento (Vásquez, 2020, p. 25). En esta investigación se hará ensayos al diseño de mezcla tradicional y a la mezcla con la adición de aceite, para evaluar los datos que se obtengan de cada uno de los ensayos y así presentar una posible respuesta al problema planteado.

3.1.3. Enfoque de la investigación

Para esta investigación se aplica el enfoque cuantitativo, puesto que su objetivo es señalar la información con una medición precisa y enfoque con respecto a las variables de investigación, de igual manera se basa en estudios previos, ya que se utiliza para integrar creencias en un marco teórico y para establecer patrones precisos de la muestra (Hernández,

Fernández, Baptista, 2014, p. 11). Esta investigación está centrada en determinar las posibles modificaciones que se podrían dar en las propiedades del asfalto, al adicionar aceite de soya en la mezcla.

3.1.4. Nivel de la investigación

Para este estudio se aplica el estudio en nivel descriptivo, porque esto incluye un evento o una descripción completa del contexto, características, partes o desarrollo del evento. Esto puede conducir a un diagnóstico descriptivo de análisis cuantitativo o cualitativo (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p. 17). Este estudio se plantea porque se busca cuantificar los diferentes porcentajes de aceite de soya que se va a adicionar en el diseño de mezcla, obteniendo así después de los ensayos realizados, los resultados de cuál es la proporción óptima de aceite de soya que se tiene que agregar en la muestra para mejorar tanto sus características como el desempeño.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Identificación de variables

Una variable, es la característica de un sujeto o hecho que puede adquirir cantidad o categoría, además se puede decir que es un concepto abstracto que debe transformarse en forma concreta que se pueda entender o manipular y ser susceptible de ser medidas (Sánchez, et al., 2018, p. 125). Para tal caso se realizó la matriz de consistencia y operacionalización las cuales están adjuntados en el Anexo 1.

3.2.2. Variable independiente

Variable I: Adición de Aceite de soya.

Este aceite también se aplica en la industria química, ya que beneficia el grado de instauración que convierte el efecto de secado en resina alquídica, materia prima para la producción de pinturas (Loza y Parra, 2012, p. 6). Se usará el 1%, 1.5% y 2% de aceite de soya en el diseño de mezcla asfáltica y se analizará la influencia que tiene en las propiedades de la misma (Fuente propia).

3.2.3. Variable dependiente

Variable II: Propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente.

En la mezcla que se incorpora diferentes materiales nuevos (termoplásticas, polímeros, entre otros) en su diseño, pueden ser incorporadas por vías seca o húmeda; esta adición permitirá incrementar las características mecánicas de la mezcla tradicional (Forero et al., 2015, p.12). Esta variable será medida mediante los ensayos Marshall, en este ensayo se realizará una muestra como patrón y otras 4 muestras con diferentes porcentajes de aceite de soya. Para ver si influye positiva o negativamente en la mezcla (Fuente propia).

3.3. Población y muestra:

3.3.1. Población:

En la siguiente investigación, serán consideradas como población las muestras de mezcla de asfalto en caliente convencional y con los diferentes porcentajes (1.0%, 1.5% y 2%) de adición de aceite de soya en la mezcla de asfalto convencional.

3.3.2. Muestra:

en este estudio, se tomará para la preparación de la mezcla asfáltica los números de briquetas de acuerdo a los ensayos a realizar para la investigación. Se tomarán en cuenta un total de 60 briquetas que incluye la muestra base y las muestras agregando los diferentes porcentajes de aceite de soya.

Tabla 2. *Tabla de población y muestra.*

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MUESTRAS				
	% DE C.A.				
ADICION DE ACEITE DE SOYA	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
Muestra patrón 0%	3	3	3	3	3
Adición del 1.0%	3	3	3	3	3
Adición del 1.5%	3	3	3	3	3
Adición del 2.0%	3	3	3	3	3
TOTAL	60 briquetas				

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Muestreo

se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que el estudio se realizó en la Ciudad de Lima, Distrito de Ate - Huaycán, específicamente, teniendo en cuenta el tipo de suelo y la temperatura, ya que Lima tiene una altitud menor a 2000 m.s.n.m. y su temperatura promedio es de 24°C – 15°C, para lo cual se usó el cemento asfáltico PEN 60/70. De acuerdo a la Norma MTC E 504, se consideró, 3 especímenes como mínimo por cada incremento de cemento asfáltico y de igual manera 3 especímenes por cada incremento del aceite de soya.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Tipos de técnicas

Se aplicó la observación como técnica, ya que es un procedimiento donde se recolecta datos que implica el uso de los sentidos para observar la situación de los hechos, la realidad social en la actualidad y la situación del marco real en la que las personas desarrollan sus actividades (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p. 17). En esta investigación se aplica esta técnica, ya que se ha considerado la preparación de ensayos de acuerdo a los requerimientos indicados en el manual de ensayos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se empezó con la preparación de muestras de la mezcla convencional donde se indicó las propiedades óptimas del asfalto, luego para obtener una mezcla asfáltica mejorada se fue agregando diferentes proporciones (1.0%, 1.5% y 2.0%) de aceite de soya mediante el proceso en caliente, para esto se realizará el ensayo Marshall en mezcla tradicional y modificada para determinar cuál es el porcentaje más conveniente para el diseño de mezcla. Posteriormente se tomará los resultados obtenidos del diseño de mezcla y se registrará para un próximo análisis.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se usaron las fichas de información inicial como instrumento de recolección de datos, puesto que registra datos observables que son muy representativos tanto en el ámbito real como en

el conceptual proporcionando evidencias empíricas como modelos teóricos para dar sentido a los conceptos del ámbito real que se está tratando de explicar (Hernández et al., 2014, p. 199). Por ende, para dar inicio a la investigación se tiene que tomar en cuenta los parámetros que están indicados en las normas internacionales como en las nacionales, por eso se ha de considerar los formatos y fichas técnicas de acuerdo a los parámetros de los ensayos, que se hará siguiendo los procedimientos que indica en el Manual del MTC, para luego registrar los datos obtenidos de las propiedades de la mezcla.

Para esta investigación se empleó los formatos de los ensayos indicados en el Anexo 5, donde están registrados los datos de los ensayos realizados.

- Formato del ensayo de Abrasión los Ángeles - MTC E 207.
- Formato del ensayo de adherencia - MTC E 517.
- Formato del ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de magnesio – MTC E 209.
- Formato del ensayo de equivalente de arena – MTC E 114.
- Formato del ensayo las impurezas orgánicas - MTC E 213.
- Formato del ensayo de límite de consistencia - MTC E 110.
- Formato del ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos - MTC E 205.
- Formato del ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos - MTC E 206.
- Formato del ensayo de RIEDEL WEBER - MTC E 220.
- Formato del ensayo de sales solubles en agregados para pavimentos flexibles - MTC E 219.
- Formato del ensayo de análisis granulométrico de agregados finos y gruesos - MTC E 204.
- Formato del ensayo Marshall – MTC E 504.

3.4.3. Validez de los instrumentos

En este estudio se tomó como validez a los principios de calidad. Esto indica que es la medida en que se utilizan los métodos para medir de forma eficaz lo que se pretende; esto hace referencia a que los datos obtenidos al aplicar la herramienta muestren que realmente estas midiendo lo que quieres medir (Sánchez et al., 2018, p. 124). Para dar validez a esta investigación se tomó en cuenta los formatos de los ensayos que fueron validados por el laboratorio, de igual manera se tomó en cuenta los requerimientos mínimos para el diseño Marshall establecidos en las Normas MTC, indicados en las tablas del Anexo 2.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad abarca una calidad estable, consistente y precisa de los equipos de investigación, los datos y las técnicas; la confiabilidad está relacionada con el error, cuanto más sea la confiabilidad menor es el error (Sánchez et al., 2018, p. 35). Por eso previo a los ensayos que se realizó, se verificó que el laboratorio este certificado con el ISO 9001, que los ensayos estén acreditados por INACAL y que los instrumentos estén en buen estado y previamente calibrados y comprobados, para así lograr resultados precisos, estos formatos de confiabilidad están indicados en el anexo 4.

3.4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Esto se centró en la recopilación, clasificación y procesamiento de los resultados de los ensayos que se realizó en el laboratorio; se partió procesando los resultados adquiridos de la muestra asfáltica normal indicadas en el anexo 5.2. tomando como referencia las especificaciones técnicas de la norma MTC indicados en el Anexo 2; porque basado en los datos obtenidos de la muestra patrón y los requerimientos básicos, se procedió a procesar los datos de la mezcla modificada y se verificó las modificaciones que hubo en las propiedades de la mezcla al adicionar los diferentes porcentajes (1.0%, 1.5% y 2.0%) de aceite de soya en el diseño de mezcla.

3.5. Procedimiento

3.5.1. Etapa de campo

Se procedió a obtener la cantidad necesaria de cada uno de los recursos e insumos (Agregados pétreos, filler y galones de asfalto, aceite de soya) para la preparación del MAC. Luego se procedió a trasladar cada uno de los insumos al laboratorio en donde se realizó los respectivos ensayos.



Figura 3. Componentes de la Mezcla Asfáltica en Caliente, agregados, cemento asfáltico y aceite de soya.

3.5.2. Etapa de laboratorio

Para esta investigación se realizaron los siguientes ensayos:

Ensayos de Propiedades Físicas y mecánicas de los agregados:

Para realizar un buen diseño de mezcla asfáltica, se tiene que tener en cuenta que los agregados son la pieza fundamental del diseño, es por eso que antes de realizar los ensayos correspondientes se tiene que conocer las propiedades que posee cada agregado, así como también verificar si cumple con los requerimientos básicos de acuerdo a las Normas MTC, para la ciudad de Lima a 161 msnm de altitud. Es por ende que se debe de considerar los requerimientos indicados en el anexo 2.

- **Análisis granulométrico de agregados – MTC E 204:** esto se realizó para conocer la gradación de los materiales por medio de diferentes tamices la cual permitió conocer la distribución tanto de agregados gruesos y agregados finos en una muestra seca. Para este

ensayo se utilizó como equipo y materiales: una balanza aproximación de 0,1 g, una balanza con aproximación a 0,5 g, tamices.

Para obtener la muestra, se consideró la cantidad necesaria y se seleccionó los tamaños de tamices adecuados. Seguido se procedió a secar la muestra a una temperatura entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para así obtener el peso constante de la muestra, luego se coloca los tamices de manera decreciente según el tamaño de apertura y se empieza a echar el material en el tamiz superior, se verifica que la cantidad retenida en cada tamiz no supere el 1%, luego en una balanza se verifica el peso retenido de muestra en los diferentes tamaños de tamices y se verifica que cumpla con las especificaciones requeridas y finalmente se procede a verificar el peso inicial con el peso total después de realizar el tamizado, el peso no debe variar a más del 0.3% del peso original.



Figura 4. Análisis granulométrico de agregados, tamizaje y pesaje de material retenido.

- **Ensayo de la Gravedad específica y absorción de agregados finos – MTC E 205:** este procedimiento se realizó para determinar el

peso específico del material en tres estados; seco, saturado con superficie seca, aparente y la absorción; se realizó este ensayo con la finalidad de determinar los valores necesarios para el diseño de mezcla. Para este ensayo se utilizó: balanza, estufa, frasco volumétrico, molde cónico, varilla para apisonado.

La muestra para el ensayo se hecho en un recipiente con agua y se dejó reposar por 24 horas, luego se botó el agua y se extendió la muestra en una superficie plana para que se seque a temperatura ambiente. Finalmente se colocó la muestra en el molde cónico y se golpeó lentamente 25 veces con la varilla, luego se procedió a sacar el molde para verificar si aún existe humedad o ya alcanzo la condición de superficie seca.



Figura 5. Ensayo para determinar la Gravedad Especifica y Absorción de agregados finos.

- **Peso específico y absorción de agregados gruesos – MTC E 206:** este procedimiento se realizó en los agregados gruesos para determinar el peso específico del material en tres estados; seco, saturado con superficie seca, aparente y la absorción; estos dos últimos pesos se toman luego de remojar el agregado en agua más de 24 horas. Para este ensayo se utilizó balanza (sensible a 0,5 g y

con capacidad de 5000 g a mas), cesta con malla, depósito de agua, tamices, estufa.

Se procedió a tamizar la muestra y la cantidad retenida se lavó para eliminar las impurezas superficiales del agregado; luego de tener la muestra, se puso a secar la muestra por un periodo de tiempo entre 1 a 3 horas a temperatura ambiente. Luego de que la muestra este frio se procedió a poner el agregado en agua más o menos por más de 4 horas, una vez pasado el tiempo de remojo se saca la muestra del agua y con un paño se seca el excedente de agua en la muestra. Luego se pesó la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca, luego de pesar esta muestra saturada se coloca en la cesta y se determinó su peso en agua en temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$, finalmente la muestra se seca hasta peso constante en temperatura ambiente por no más de 3 horas y se vuelve a pesar.

- **Abrasión los Ángeles – MTC E 207:** sirve para hallar la degradación de los agregados como porcentaje de pérdida. Para este ensayo se utilizó la máquina de los Ángeles, tamices, balanza, esferas de acero. Se procedió a colocar en la máquina, la muestra y las cargas requeridas para este ensayo. Luego se empezó a girar la maquina a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones. Una vez culminado con ese proceso, se retiró el material de la máquina y se pasó por el tamiz N° 12. Se lavó el material retenido y se puso a secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta hallar el peso constante.
- **Durabilidad al sulfato de Magnesio – MTC E 209:** esto permite hallar la resistencia de los materiales, empleando una solución en el agregado. Para realizar este procedimiento se utilizó tamices, envases, balanzas, horno de secado y solución de sulfato de magnesio.

Se procedió a tamizar la muestra de ensayo, tanto para agregados gruesos y finos, luego se hizo el lavado y secado del agregado retenido hasta hallar el peso constante a 105°C a 110°C, después se echó en un envase la solución y después se echó la muestra y se tapó los envases por un tiempo de 16 horas. Después de la inmersión se sacó las muestras y se secó para tener un peso constante, este paso se repitió alternando la inmersión y el secado hasta obtener la cantidad de ciclos requeridos para este ensayo.



Figura 6. Muestras de los agregados para realizar el ensayo de Durabilidad.

- **Ensayo de las impurezas orgánicas – MTC E 213:** se realizó este ensayo para determinar si el agregado contiene impurezas orgánicas que sean perjudiciales. Para este ensayo se utilizó botellas graduada, reactivo de solución de hidróxido de sodio, solución estándar de referencia. Se procedió a llenar el material en el envase graduado, después poco a poco se añadió la solución hasta lograr un volumen aproximado de 200 ml., se tapó y se sacudió la botella, después se dejó en reposo por un tiempo aproximado de 24 horas. Pasado ese tiempo de reposo, en otro frasco se llenó solución fresca de hidróxido

de sodio (preparada en menos de 2 horas) y después de eso, se colocó los frascos juntos para comparar el color líquido de la muestra.

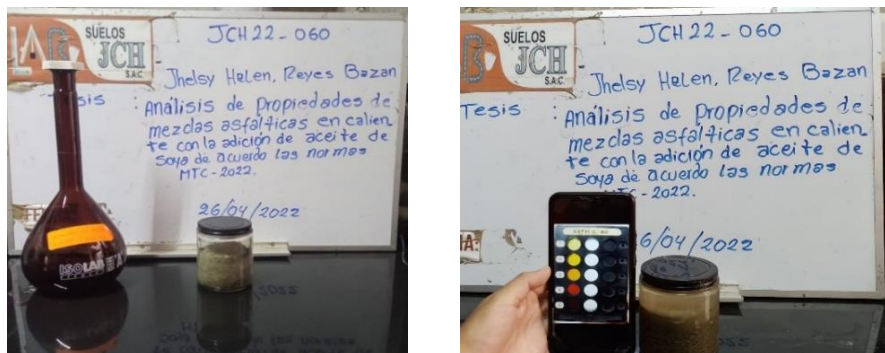


Figura 7. Ensayo para determinar las impurezas orgánicas.

- **Ensayo de Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles – MTC E 219:** se realizó este ensayo con la finalidad de analizar la cantidad de sales en el material. Para realizar el ensayo se utilizó balanza analítica, estufa, mecheros, pipetas, tubos de ensayo, agua destilada, solución de nitrato de plata y cloruro de Bario. La muestra de ensayo se secó en un horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, se colocó en un vaso de precipitado agregando agua destilada hasta tapar la muestra, se agito cuatro veces el vaso durante un promedio de 10 minutos. Esto se realizó en dos tubos diferentes, en una se agregó gotas de nitrato de plata y en el otro tubo se agregó gotas de cloruro de bario. Una vez frio se vació el líquido en un matraz y se hecho agua destilada al ras para luego ser cristalizada.

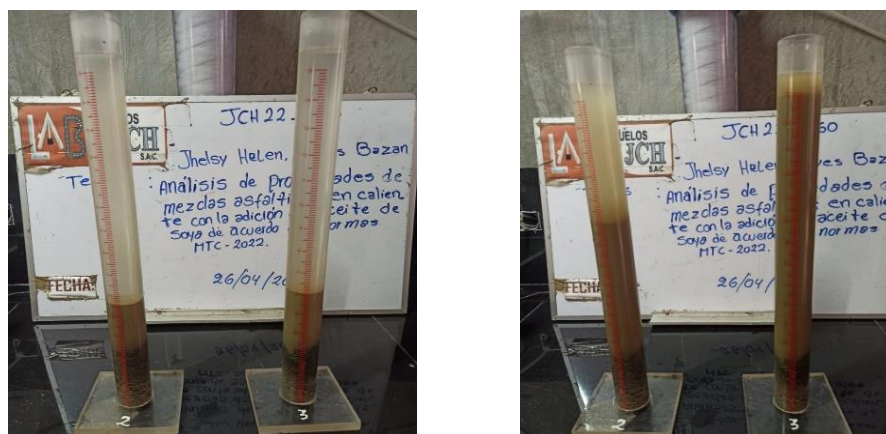


Figura 8. Muestras de agregado pétreo con agua destilada para determinar la presencia de sales solubles en los agregados.

Ensayo para diseño de mezcla:

Para esto se realizó el Método Marshall de la Norma MTC E 504, que tiene como referencia normativa ASTM D6926.

- **Ensayo Marshall – MTC E 504:** esta norma internacional especifica los procedimientos para analizar la densidad de Bulk, el porcentaje de vacíos y el ensayo de estabilidad – flujo para cada muestra asfáltica. Para esto, la norma señala que para realizar las muestras se tiene que considerar un promedio de 03 briquetas por cada adición de cemento asfáltico (su incremento varía de 0.5%). Para llevar acabo el ensayo se usó los siguientes materiales: moldes para especímenes, martillos de compactación, hornos y cacerola para calentado, termómetros calibrados, balanza, cucharón de base plana y cuchara larga, cabezal de ruptura, equipo Marshall, medidor de flujo, baño de aire y de agua.

Para realizar los especímenes de ensayo, se preparó los agregados, se pasó por un horno de secado a una temperatura de 105° C a 110°C y luego se separó los agregados pasándolo por el tamiz del N° 8 hasta el de 1 a ¾ pulgada, una vez separado los agregados se determinó los rangos apropiados de la temperatura de mezcla y la compactación. Para la preparación de la mezcla, se tienen que preparar las muestras de una bachada o de varias que tengan la cantidad suficiente de material, cada muestra pesa alrededor de 1200 a 4800 gr. pero se debe de considerar un peso adicional ante posibles pérdidas al momento de realizar la mezcla; para una mezcla tradicional se tiene que separar los agregados en diferentes recipientes y luego calentarlos a una temperatura máxima de compresión de 28°C si en caso se echara cemento asfáltico y a 14° C si se usara asfalto cut back. Después de alcanzar la temperatura necesaria se procedió a realizar un cráter central y se agrega asfalto con la misma temperatura; la mezcla lista se puede envasar en un

recipiente metálico por un máximo de 2 horas dentro del horno a temperatura de 8°C a 11°C.

Para la compactación de los especímenes, se debe de tener limpio el molde y el martillo de compactación, luego se calienta en agua hirviendo a temperatura de 90° C a 150°C, posteriormente se coloca en la base del molde un papel no absorbente y se procede a echar la mezcla al molde, y para reducir los espacios vacíos se chusea 15 veces por el perímetro y 10 en el interior, seguido se coloca otro molde de papel encima de la mezcla. Se coloca el molde en la base del compactador con el sujetador y luego se golpea con el martillo las veces que sea necesario, después se retira y voltea por la cara reversa el molde y se da la misma cantidad de golpes.

Finalmente, se procedió a realizar el ensayo de estabilidad – flujo, en la cual se realizaron como mínimo 3 muestras que contengan la misma cantidad de materiales y sigan los mismo procedimientos de preparación; las muestras realizadas deben de enfriarse al aire libre después de ser compactadas y se mide el espesor para luego para ser llevadas por inmersión en agua aun tiempo determinado y luego de sacarlo del agua se seca con una toalla para luego ser colocada en la máquina de carga de la cual se tomara los datos.

3.5.3. Etapa de Gabinete

Para concluir, los resultados obtenidos de los ensayos (Anexo 5), se procesaron los datos en programas como el SPSS, Excel, Anova, Shapiro - Wilk; para luego realizar gráficos y cuadros estadísticos y así comparar y determinar si la mezcla modificada está dentro de los rangos mínimos establecidos en la norma MTC, además para verificar si los resultados de la mezcla modificada con aceite de soya influyeron de manera significativa en las propiedades de las muestras de mezclas convencionales.

3.6. Método de análisis de datos

Para esta investigación, para la presentación de datos estadísticos descriptivos se utilizó materiales y equipos de laboratorio, hojas de cálculo, gráficos y tablas en SPSS, para realizar la comparación entre los datos obtenidos de la mezcla asfáltica tradicional y los datos de la mezcla asfáltica modificada con los porcentajes (1.0%, 1.5% y 2.0%) de aceite de soya. Para la presentación de datos estadísticos inferenciales se aplicó: la prueba de normalidad “Shapiro – Wilk”, la prueba de significancia HSD Tukey para la comparación múltiple de datos y ANOVA para realizar la prueba de hipótesis paramétrica.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio se realizó bajo principios éticos de los investigadores y el principio de la veracidad. En esta investigación para la teoría se usó información de libros, artículos, tesis, revistas; respetando los derechos del autor y teniendo en cuenta las citas textuales para demostrar la transparencia del estudio. De igual manera los ensayos realizados en los laboratorios, validarán los resultados con las fichas técnicas y certificados por parte del laboratorio acreditado.

Respecto a la beneficencia, se planteó la importancia de la investigación tomando como referencia los parámetros establecidos tanto en el ámbito práctico, metodológico y social.

Respecto a la no maleficencia, se planteó añadir un nuevo material al diseño de mezcla, con la finalidad de lograr nuevos aportes en el ámbito de la ingeniería, teniendo en cuenta los objetivos de esta investigación.

Respecto a la autenticidad, se cumplirá con las normativas y lineamientos que establece la universidad, para validar la originalidad del proyecto de investigación, se procedió a subir el archivo al programa Turnitin.

Finalmente, **respecto la autonomía**, se planteó nuevos conocimientos y conclusiones, tomando como referencia estudios previos, pero respetando la autoría y la transparencia.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de los ensayos e interpretación

4.1.1. Ensayo de Propiedades Físicas y mecánicas de los agregados:

De acuerdo al resultado final del ensayo de los agregados, en la tabla 3 indica que los resultados cumplen con el rango establecido en la normativa, ya que tanto el agregado grueso y fino están dentro del 18% como máximo.

Tabla 3. Durabilidad al Sulfato de Magnesio en los agregados - MTC E 209

Tipo de Agregado	% de Pérdidas
Agregado grueso	1.634 %
Agregado fino	3.281 %

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los resultados que se obtuvieron del ensayo, en la tabla 4, el porcentaje de desgaste del agregado se encuentra dentro del parámetro establecido, y cumple con el 40% de desgaste como máximo.

Tabla 4. Abrasión Los Ángeles - Según MTC E 207

Tipo de Agregado	% de Desgaste
Agregado grueso	17.5 %

Fuente: elaboración propia.

El resultado obtenido en el ensayo de adherencia que se realizó, si cumplió con los parámetros establecidos en la normativa, ya que se encuentra en el rango + 95, que indica en tabla de requerimientos.

Tabla 5. Ensayo de Adherencia - Según MTC E 517

Tipo de Agregado	Recubrimiento	
	% inicial	% final
Agregado grueso	100	+ 95

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los datos que se obtuvieron, se pudo comprobar que los agregados gruesos y finos si se encuentran dentro de los parámetros requeridos en las normativas y se encuentran dentro del rango de 0.5% de sales solubles como máximo.

Tabla 6. Sales Solubles en Agregados - Según MTC E 219

Tipo de Agregado	P.P.M.
Agregado grueso	0.075 %
Agregado fino	0.126 %

Fuente: elaboración propia.

En el ensayo de absorción realizado, el dato obtenido si cumplió con el parámetro requerido en la normativa, porque está dentro del rango del 1,0% de absorción como máximo.

Tabla 7. Gravedad específica y absorción del agregado grueso - MTC E 206

Tipo de Agregado	% de Absorción
Agregado grueso	0.9 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8 se muestra, que el resultado que se obtuvo del ensayo realizado, si cumplió con el parámetro requerido en la normativa, porque está dentro del rango del 0,5% de absorción como máximo.

Tabla 8. Gravedad específica y absorción del agregado fino - MTC E 205.

Tipo de Agregado	% de Absorción
Agregado fino	0.5 %

Fuente: elaboración propia.

El resultado obtenido en este ensayo, si cumple con los parámetros requeridos, ya que el resultado se encuentra dentro del color Gardner estándar N° 5.

Tabla 9. *Ensayo de Impurezas Orgánicas - Según MTC E 213*

Tipo de Agregado	Placa Orgánica N°
Agregado fino	1

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al resultado obtenido en el ensayo, se observó que el porcentaje obtenido si cumple con los parámetros requeridos, ya que se encuentra dentro del rango que es el 60% como mínimo.

Tabla 10. *Ensayo de equivalente de arena - Según MTC E 114*

Tipo de Agregado	% Equivalente de arena
Agregado fino	66 %

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al resultado obtenido en este ensayo, se observó que el resultado si cumple con el rango establecido en la normativa, ya que el agregado fino tiene un índice de adhesividad de 4 y este genera un desprendimiento parcial.

Tabla 11. *Riedel Weber - Según MTC E 220*

Tipo de Agregado	Índice de Adhesividad
Agregado fino	4

Fuente: elaboración propia.

En los resultados del análisis granulométrico realizado, se obtuvo como resultado 7,1 de módulo de fineza estando así dentro del rango establecido dentro de los parámetros de la norma.

Tabla 12. Análisis granulométrico por tamizado

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIP.	Cant. Dorita – Piedra chancada ½”		Cant. Dorita – Arena chancada		RESULTADO DE MEZCLA	
		Abertura (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3”	76,200	-	-	-	-	-	-
2 ½”	63,500	-	-	-	-	-	-
2”	50,800	-	-	-	-	-	-
1 ½”	38,100	-	-	-	-	-	-
1”	25,400	-	-	-	-	-	-
¾”	19,050	-	100,0	-	-	-	100,0
½”	12,700	27,9	72,1	-	-	8,4	91,6
3/8”	9,525	24,0	48,1	-	100,0	7,2	84,4
¼”	6,350	35,1	13,1	4,5	95,5	13,6	70,8
N° 4	4,760	11,0	2,1	8,5	87,0	9,3	61,5
N° 6	3,360	1,0	1,0	11,2	75,7	8,2	53,3
N° 8	2,380	1,0	0,0	7,5	68,2	5,6	47,7
N° 10	2,000	-	-	10,7	57,5	7,4	40,3
N° 16	1,190	-	-	8,7	48,8	6,1	34,2
N° 20	0,840	-	-	8,6	40,2	6,1	28,1
N° 30	0,590	-	-	7,2	33,0	5,0	23,1
N° 40	0,426	-	-	6,0	27,0	4,2	18,9
N° 50	0,297	-	-	3,6	23,4	2,5	16,4
N° 80	0,177	-	-	8,8	14,6	6,2	10,2
N° 100	0,149	-	-	1,7	13,0	1,1	9,1
N°200	0,074	-	-	2,7	10,2	2,0	7,1
- 200		-	-	10,2	-	7,1	-

Fuente: elaboración propia.

La granulometría resultante al mezclar los agregados, se encuentran dentro del rango de los parámetros, en este caso por tratarse de la costa se considera el MAC 2 y de acuerdo al diseño se consideró la proporción de 30/70 de agregados, porque cumple y se encuentra dentro del rango.

Tabla 13. Granulometría - mezcla de agregados

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA RESULTANTE			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACION MAC-2
1 ½"	38,100			
1"	25,400			
¾"	19,050		100,0	100
½"	12,700	8,4	91,6	80 - 100
3/8"	9,525	7,2	84,4	70 - 88
¼"	6,350	13,6	70,8	
Nº 4	4,760	9,3	61,5	51 - 68
Nº 6	3,360	8,2	53,3	
Nº 8	2,380	5,6	47,7	
Nº 10	2,000	7,4	40,3	38 - 52
Nº 16	1,190	6,1	34,2	
Nº 20	0,840	6,1	28,1	
Nº 30	0,590	5,0	23,1	
Nº 40	0,426	4,2	18,9	17 - 28
Nº 50	0,297	2,5	16,4	
Nº 80	0,177	6,2	10,2	8 - 17
Nº 100	0,149	1,1	9,1	
Nº200	0,074	2,0	7,1	4 - 8
- 200		7,1	-	
RESUMEN DE ENSAYO				
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS				
(1) Cant. Dorita – Piedra chancada ½° = 30 %				
(2) Cant. Dorita – Arena chancada = 70 %				
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE				
- Agregado grueso = 39 %				
- Agregado fino = 61 %				
OBSERVACIONES:				
- Especificaciones del MTC EG – 2013				

Fuente: elaboración propia.

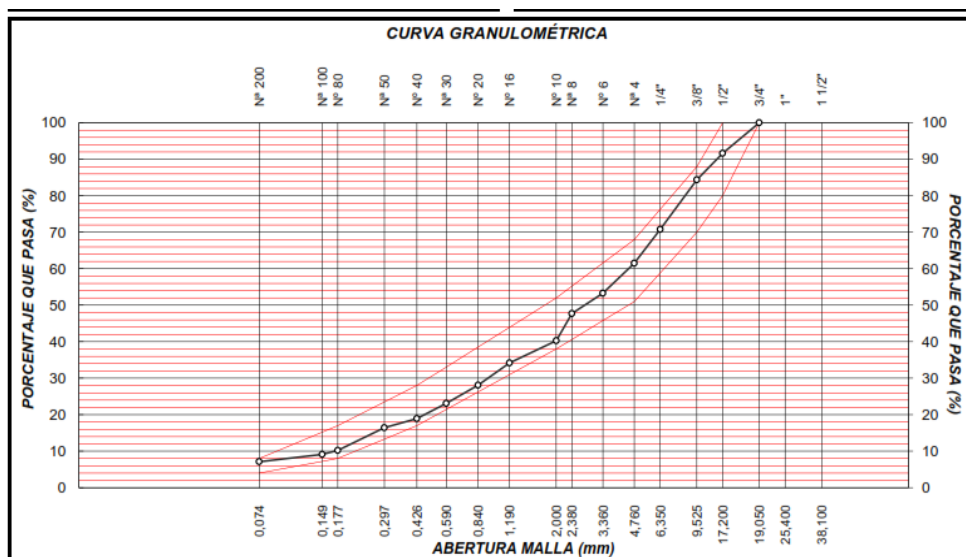


Figura 9. Gráfica de curva granulométrica de agregados.

4.1.2. Mezcla asfáltica en caliente convencional:

En la siguiente Tabla a modo de resumen, se consideró los valores promedio de cada una de las propiedades físicas y mecánicas medidas, además del contenido óptimo de la mezcla asfáltica convencional, que fue 5.8 %.

Tabla 14. Resumen del Ensayo Marshall para la mezcla convencional

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.8
Peso específico (g/cm ³)	2.48	2.52	2.53	2.57	2.54	2.56
Vacíos (%)	7.77	5.67	4.40	2.43	2.60	3.80
Vacíos de material agregado compactado (%)	12.73	12.10	12.07	11.43	12.73	11.80
Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	40.27	54.17	64.23	78.57	79.80	70.00
Flujo (0.25 mm)	12.00	14.00	15.33	16.67	18.67	16.50
Estabilidad (kg)	1187.33	1445.00	1292.00	1494.33	1167.00	1437.89
Estabilidad/flujo (kg/cm)	3960.40	4128.57	3374.33	3589.56	2499.14	3514.40

Fuente: elaboración propia.

No obstante, en la Tabla 15 se tiene los resultados del ensayo Marshall convencional con diferentes contenidos de cemento asfáltico (4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5 %), donde se midió el peso específico, los vacíos, los vacíos del material agregado compactado, el flujo, la estabilidad y la relación de la estabilidad/flujo.

Tabla 15. *Resultado del Ensayo Marshall de la muestra asfáltica convencional*

Grupos	Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm ³)	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (0.25 mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad /flujo (kg/cm)
	4.50	2.488	7.60	12.40	41.60	12.00	1040.00	3466.67
	4.50	2.496	7.30	13.30	38.30	11.00	1170.00	4254.55
	4.50	2.467	8.40	12.50	40.90	13.00	1352.00	4160.00
	5.00	2.458	8.00	14.30	44.00	14.00	1557.00	4448.57
	5.00	2.558	4.30	10.80	60.60	14.00	1478.00	4222.86
	5.00	2.546	4.70	11.20	57.90	14.00	1300.00	3714.29
MAC	5.50	2.487	6.20	13.70	54.70	15.00	1274.00	3397.33
convencional	5.50	2.577	2.80	10.60	73.40	16.00	1278.00	3195.00
(patrón)	5.50	2.540	4.20	11.90	64.60	15.00	1324.00	3530.67
	6.00	2.563	2.60	11.60	77.40	17.00	1441.00	3390.59
	6.00	2.566	2.50	11.50	78.10	16.00	1499.00	3747.50
	6.00	2.574	2.20	11.20	80.20	17.00	1543.00	3630.59
	6.50	2.552	2.20	12.40	82.10	19.00	1158.00	2437.89
	6.50	2.533	3.00	13.10	77.50	18.00	1085.00	2411.11
	6.50	2.543	2.60	12.70	79.80	19.00	1258.00	2648.42

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el peso específico de la mezcla asfáltica convencional en relación al contenido de cemento asfáltico, donde a mayor contenido de cemento asfáltico, este se incrementa.

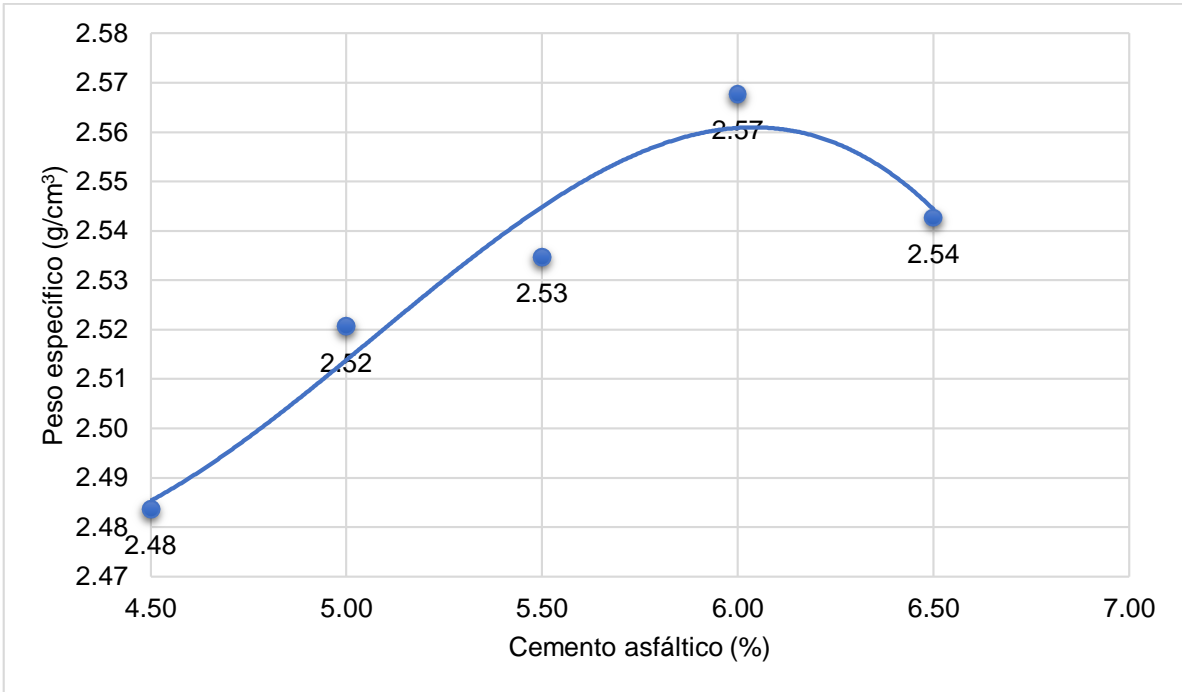


Figura 10. Valores del Peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.

En la siguiente figura se tiene que el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica convencional tiende a reducirse a medida que se incrementa el contenido de cemento asfáltico.

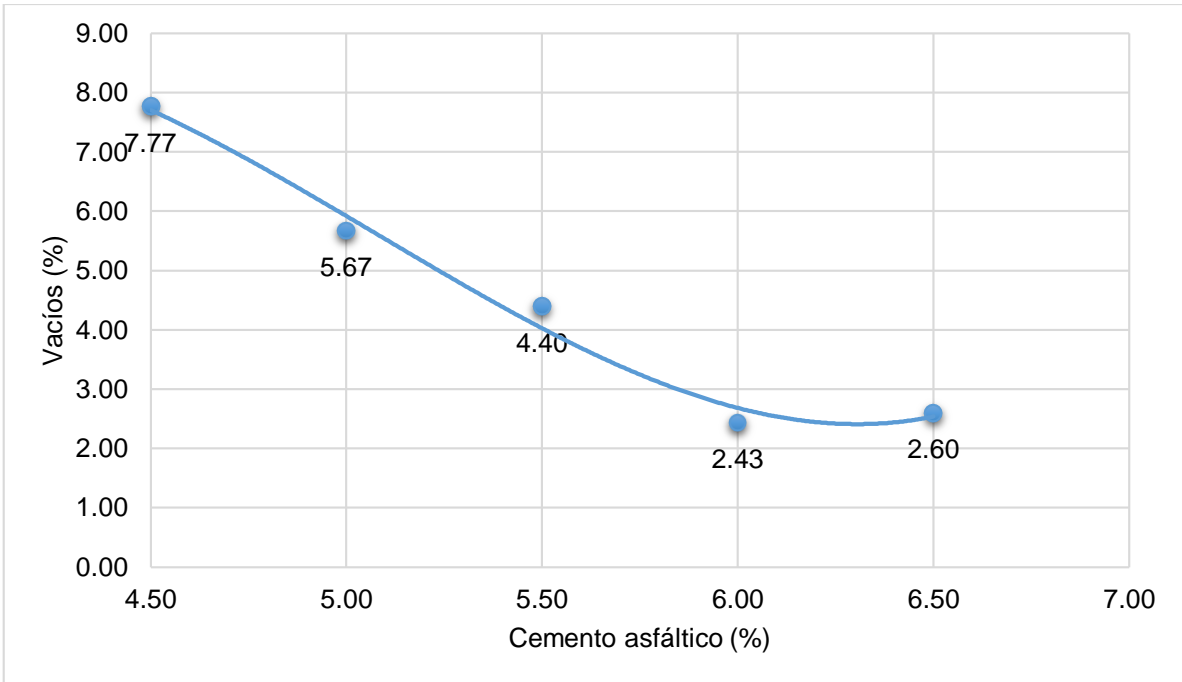


Figura 11. Valores del contenido de Vacíos vs el contenido de cemento asfáltico

Mientras que, los vacíos del material del agregado compactado tienden a reducirse al considerar 5, 5.5 y 6 % de cemento asfáltico, incrementándose con 6.5 %, tal como se observa en la siguiente figura:

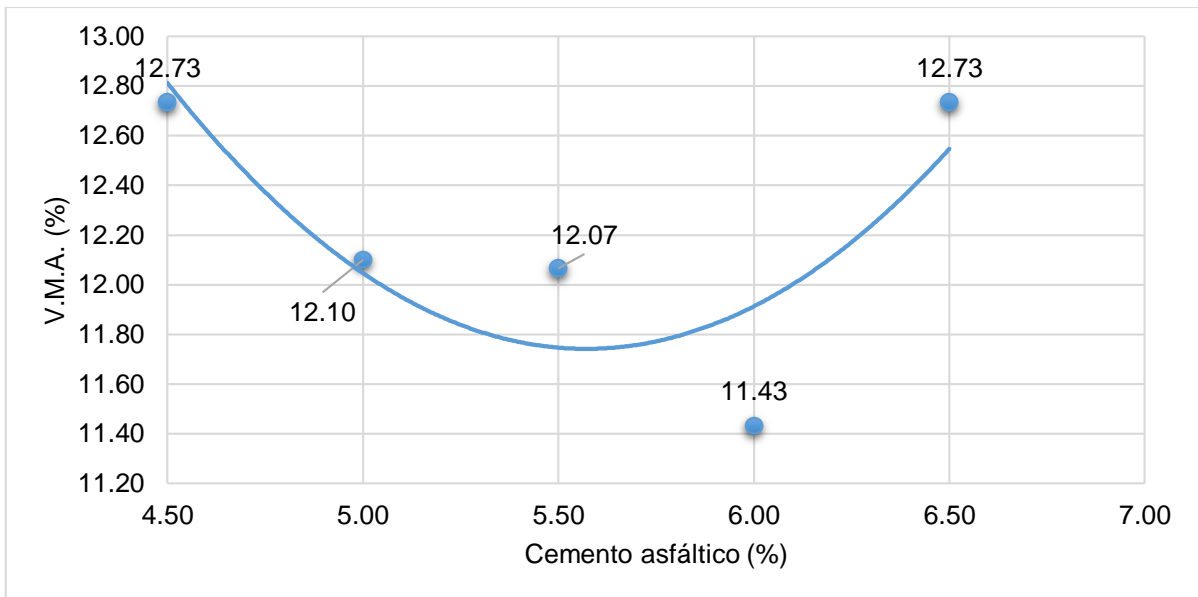


Figura 12. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional

En cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico es evidente que a mayor concentración de cemento asfáltico este también se incrementa tal como se observa en la figura 13.

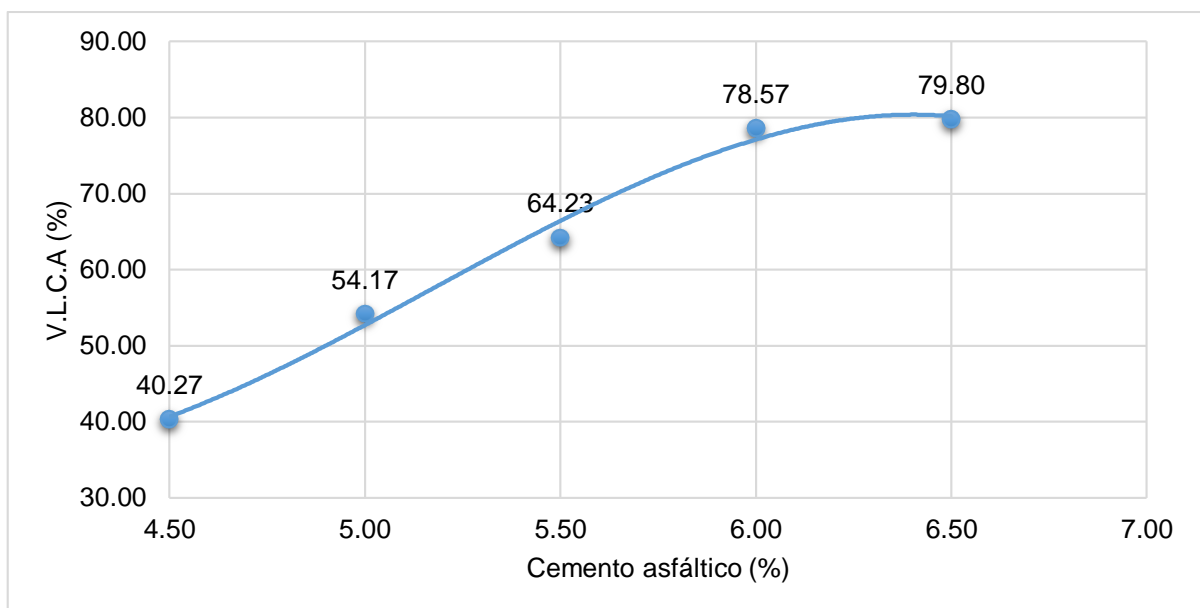


Figura 13. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional

Acorde a la Figura 14, se tiene que, a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica, el flujo se incrementa progresivamente.

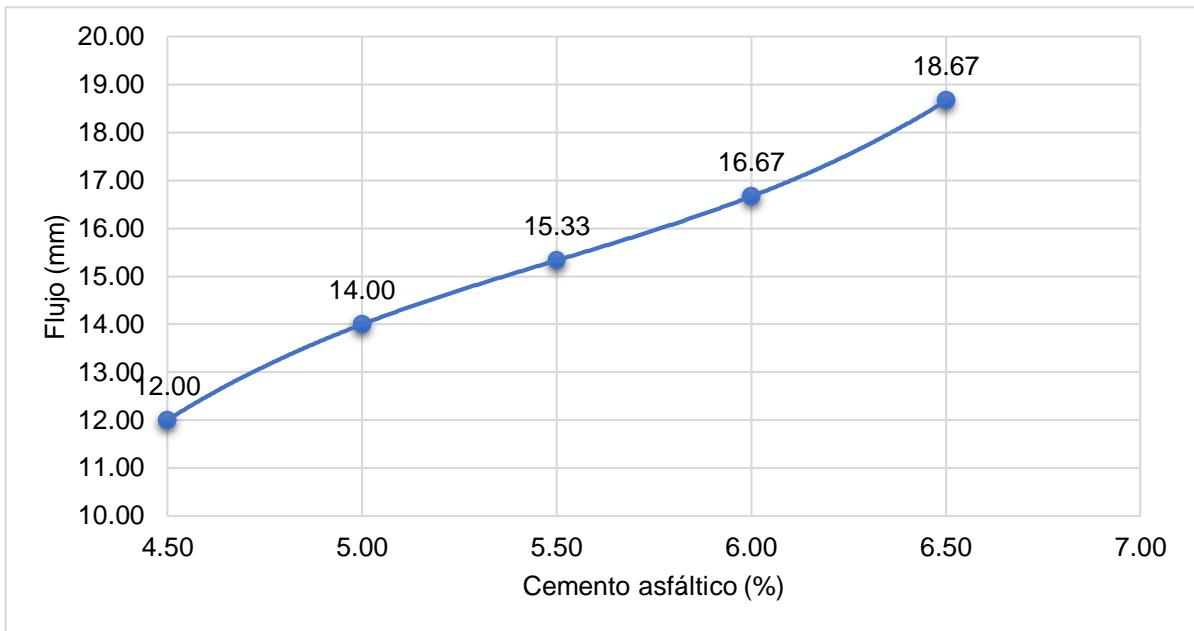


Figura 14. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional

La estabilidad de la mezcla asfáltica tiende a incrementarse cuando el contenido de cemento asfáltico se encuentra entre 5 y 6 %, más con 4.5 y 6.5 % se reduce, según la siguiente figura:

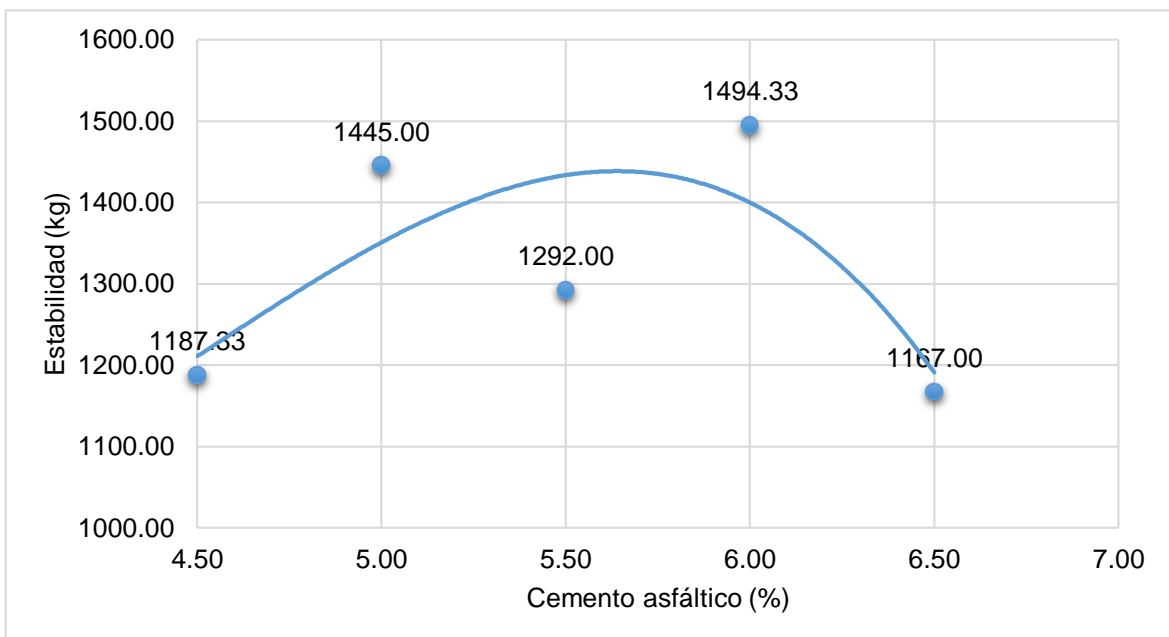


Figura 15. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional

Por último, para la relación de estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica convencional, se tiene que, a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla, esta tiende a ser menos rígida, pues la relación de la estabilidad/flujo se reduce tal como se muestra en la siguiente figura.

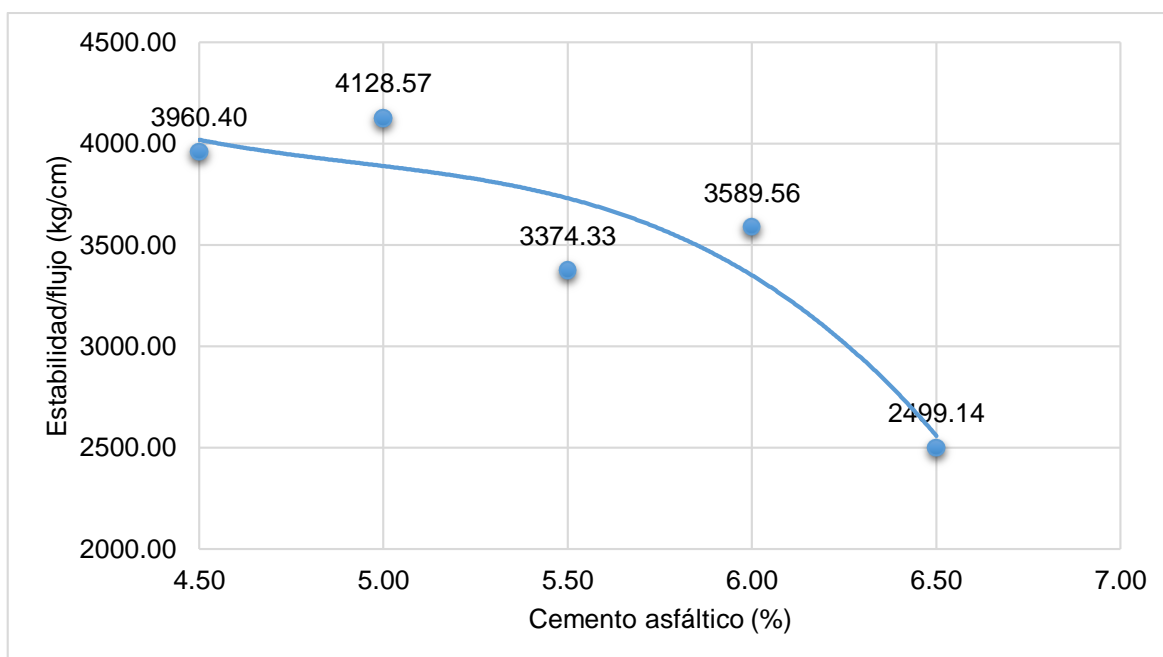


Figura 16. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla convencional.

4.1.3. Mezcla asfáltica con 1% de aceite de soya:

La tabla 16 muestra como resumen los resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya, donde se consideró los valores promedio de cada una de las propiedades físicas y mecánicas medidas, además del contenido óptimo de la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya, que fue 5.9 %.

Tabla 16. Resumen del ensayo Marshall para la mezcla con 1% de aceite de soya.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.9
Peso específico (g/cm ³)	2.43	2.46	2.55	2.56	2.53	2.57
Vacíos (%)	9.97	8.07	3.70	2.87	3.33	4.00

Vacíos de material agregado compactado (%)	12.73	14.33	11.40	11.80	13.37	12.40
Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	40.27	43.90	67.60	75.67	75.27	68.00
Flujo (0.25 mm)	15.00	16.00	16.67	18.33	20.33	18.20
Estabilidad (kg)	1127.00	1269.33	1380.00	1390.33	1130.00	1397.06
Estabilidad/flujo (kg/cm)	3005.33	3173.33	3315.69	3038.71	2224.54	3043.50

Fuente: elaboración propia.

No obstante, en la siguiente tabla se tiene los resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya con diferentes contenidos de cemento asfáltico (4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5 %), donde se midió el peso específico, los vacíos, los vacíos del material agregado compactado, el flujo, la estabilidad y la relación de la estabilidad/flujo.

Tabla 17. Resultados de Ensayo Marshall del MAC con la adición del 1% de aceite de soya

Grupos	Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm ³)	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (0.25 mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad flujo (kg/cm)
MAC + 1 % de aceite de soya	4.50	2.455	8.90	12.40	41.60	15.00	1062.00	2832.00
	4.50	2.386	11.50	13.30	38.30	15.00	1128.00	3008.00
	4.50	2.439	9.50	12.50	40.90	15.00	1191.00	3176.00
	5.00	2.414	9.60	15.80	39.00	16.00	1286.00	3215.00
	5.00	2.480	7.20	13.50	46.70	16.00	1295.00	3237.50
	5.00	2.474	7.40	13.70	46.00	16.00	1227.00	3067.50
	5.50	2.556	3.60	11.30	68.10	17.00	1310.00	3082.35
	5.50	2.535	4.40	12.00	63.30	17.00	1430.00	3364.71
	5.50	2.569	3.10	10.90	71.40	16.00	1400.00	3500.00
	6.00	2.566	2.50	11.50	78.10	18.00	1440.00	3200.00
	6.00	2.554	3.00	11.90	75.00	18.00	1425.00	3166.67
	6.00	2.550	3.10	12.00	73.90	19.00	1306.00	2749.47
	6.50	2.552	3.40	13.40	74.90	20.00	1108.00	2216.00
	6.50	2.511	3.80	13.80	72.50	20.00	1165.00	2330.00
	6.50	2.537	2.80	12.90	78.40	21.00	1117.00	2127.62

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el peso específico de la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya en relación al contenido de cemento asfáltico, donde a mayor contenido de cemento asfáltico, este se incrementa.

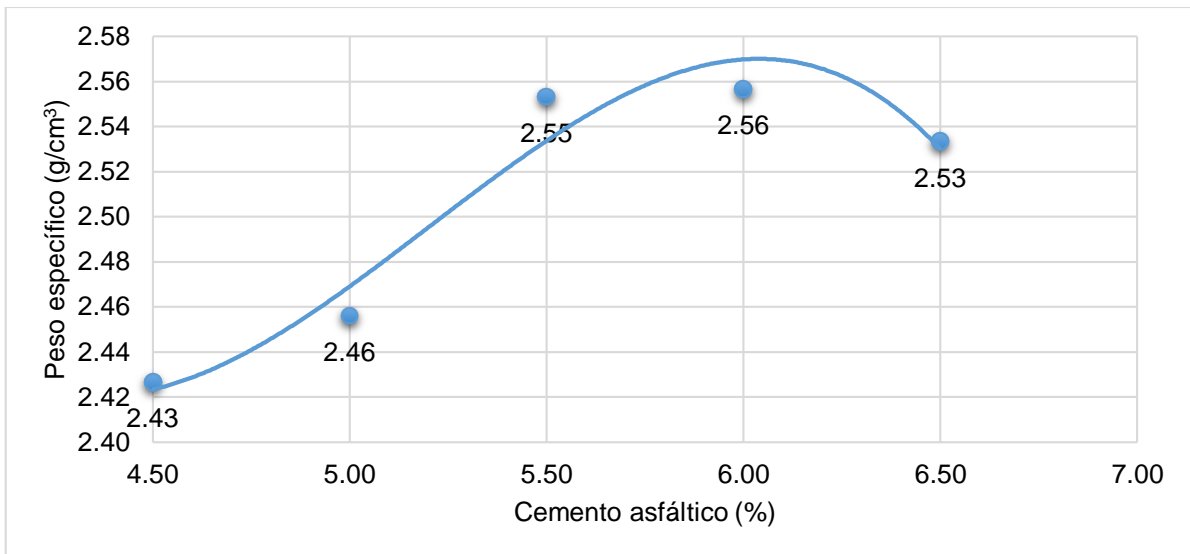


Figura 17. Valores del peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.

En la siguiente figura se tiene que el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya tiende a reducirse a medida que se incrementa el contenido de cemento asfáltico.

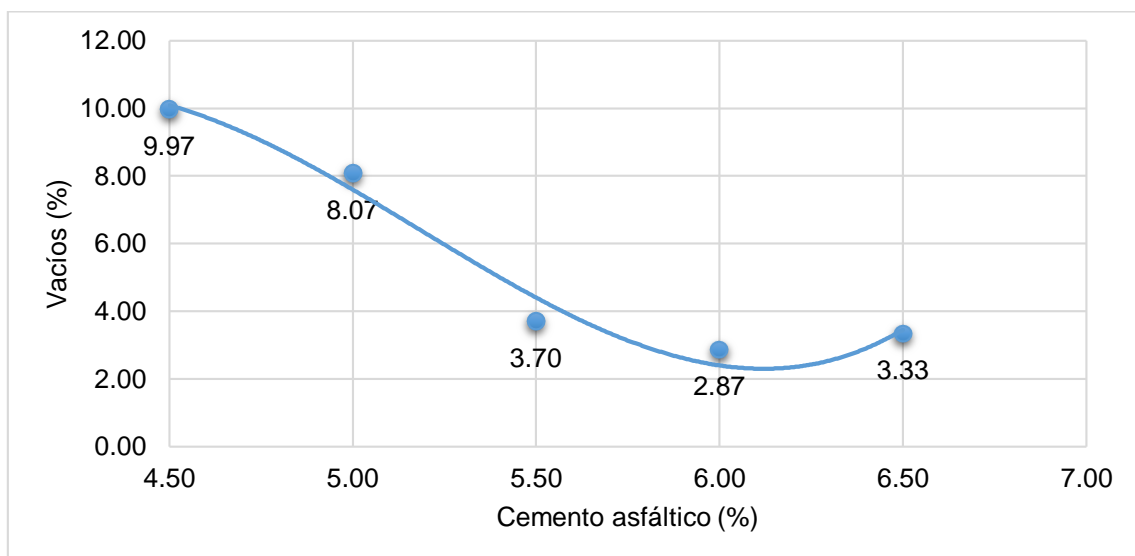


Figura 18. Valores del contenido de vacíos vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1% de aceite de soya.

Mientras que, los vacíos del material del agregado compactado en la mezcla asfáltica con 1 % de soya tienden a reducirse al considerar 5.5 y 6 % de cemento asfáltico, incrementándose con 6.5 %, tal como se observa en la siguiente figura:

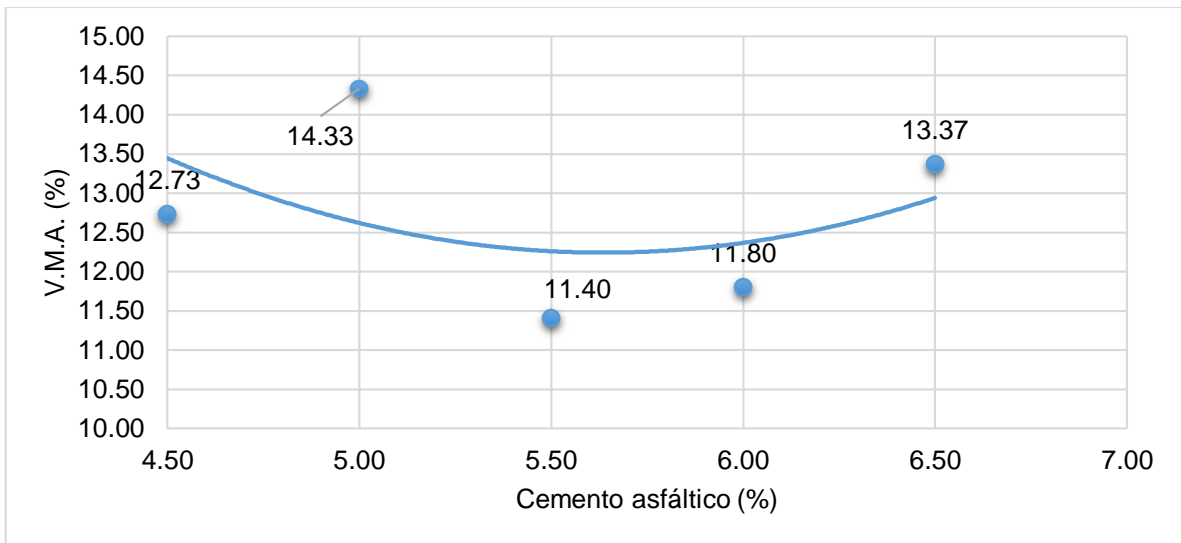


Figura 19. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.

En cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico es evidente que a mayor concentración de cemento asfáltico este también se incrementa tal como se observa en la figura 20:

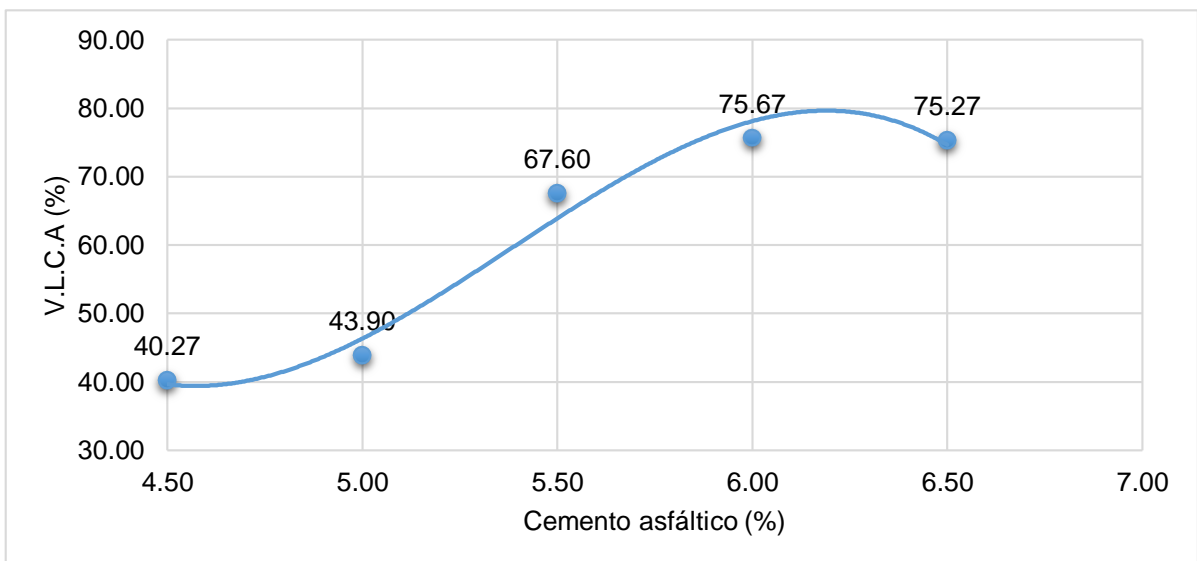


Figura 20. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.

Acorde a la figura 21, se tiene a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica, el flujo se incrementa progresivamente en la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya.

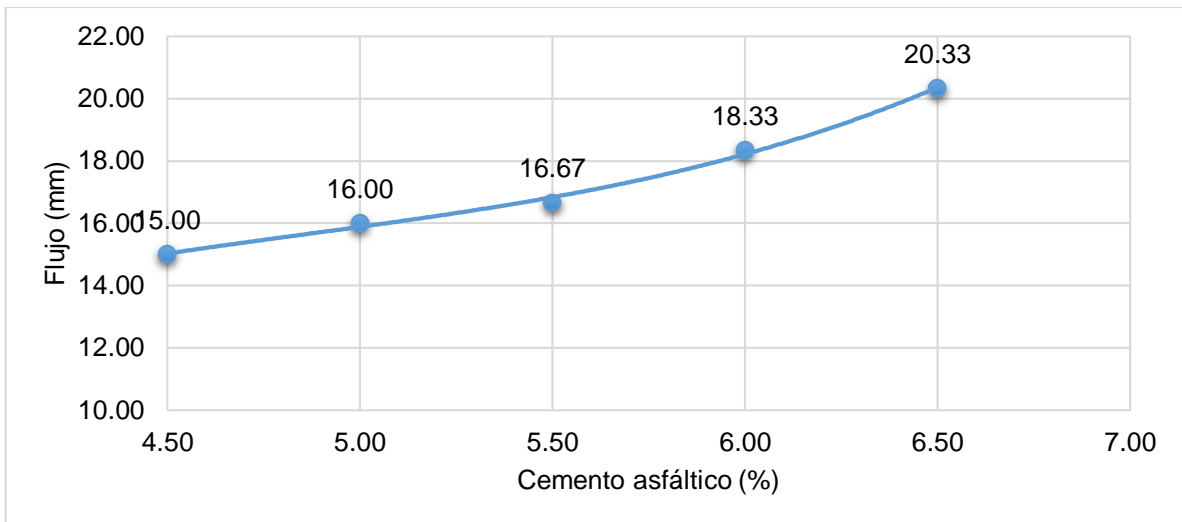


Figura 21. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.

La estabilidad de la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya tiende a incrementarse cuando el contenido de cemento asfáltico se encuentra entre 5 y 6 %, más con 4.5 y 6.5 % se reduce, según la siguiente figura 22:

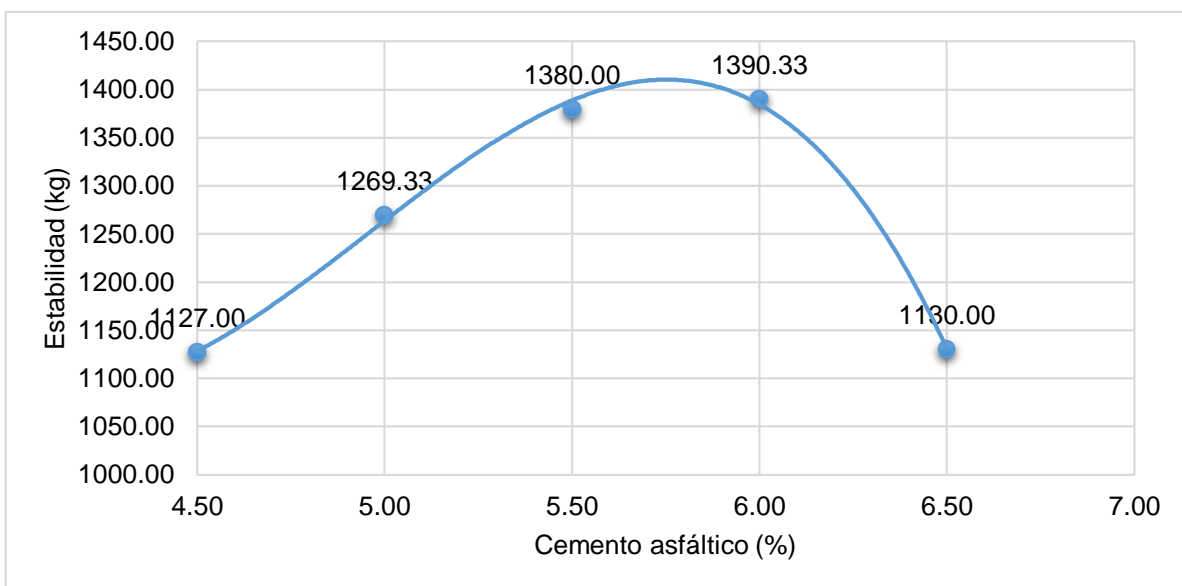


Figura 22. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.

Por último, para la relación de estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica con 1 % de aceite de soya, se tiene que, a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla, esta tiende a ser menos rígida, pues la relación de la estabilidad/flujo se reduce tal como se muestra en la siguiente figura 23:

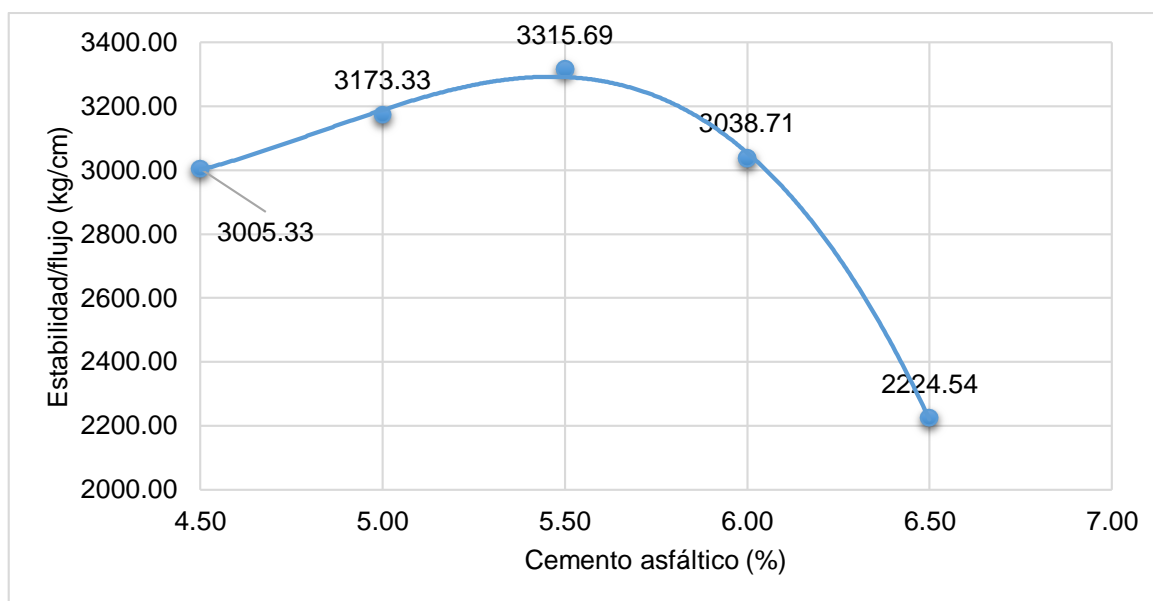


Figura 23. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de aceite de soya.

4.1.4. Mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya

La tabla 18 muestra a modo de resumen los resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya, donde se consideró los valores promedio de cada una de las propiedades físicas y mecánicas medidas, además del contenido óptimo de la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya, que fue 5.9 %.

Tabla 18. Resumen del ensayo Marshall para la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.9
Peso específico (g/cm ³)	2.39	2.48	2.50	2.52	2.48	2.51
Vacíos (%)	11.10	7.47	5.83	4.57	5.13	5.60

Vacíos de material agregado compactado (%)	12.73	13.47	13.37	13.33	15.00	13.80
Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	40.27	47.23	56.40	66.30	65.93	61.00
Flujo (0.25 mm)	15.67	17.33	18.33	19.00	21.67	19.60
Estabilidad (kg)	1171.67	1421.33	1591.67	1351.00	1198.67	1442.42
Estabilidad/flujo (kg/cm)	2994.17	3281.18	3473.80	2844.21	2214.23	2949.90

Fuente: elaboración propia.

No obstante, en la siguiente tabla se tiene los resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya con diferentes contenidos de cemento asfáltico (4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5 %), donde se midió el peso específico, los vacíos, los vacíos del material agregado compactado, el flujo, la estabilidad y la relación de la estabilidad/flujo.

Tabla 19. Resultados de Ensayo Marshall del MAC con la adición del 1.5% de aceite de soya.

Grupos	Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm ³)	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (0.25 mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad flujo (kg/cm)
MAC + 1.5 % de aceite de soya	4.50	2.392	11.00	12.40	41.60	15.00	1170.00	3120.00
	4.50	2.405	10.50	13.30	38.30	16.00	1258.00	3145.00
	4.50	2.371	11.80	12.50	40.90	16.00	1087.00	2717.50
	5.00	2.468	7.60	13.90	45.10	17.00	1258.00	2960.00
	5.00	2.468	7.60	13.90	45.10	18.00	1449.00	3220.00
	5.00	2.507	7.20	12.60	51.50	17.00	1557.00	3663.53
	5.50	2.495	5.90	13.40	55.90	18.00	1593.00	3540.00
	5.50	2.497	5.90	13.40	56.30	19.00	1622.00	3414.74
	5.50	2.500	5.70	13.30	57.00	18.00	1560.00	3466.67
	6.00	2.550	3.10	12.00	74.20	19.00	1390.00	2926.32
	6.00	2.472	6.10	14.70	58.60	19.00	1357.00	2856.84
	6.00	2.531	4.50	13.30	66.10	19.00	1306.00	2749.47
	6.50	2.491	4.60	14.50	68.50	22.00	1182.00	2149.09
	6.50	2.484	4.80	14.70	67.10	22.00	1207.00	2194.55
	6.50	2.454	6.00	15.80	62.20	21.00	1207.00	2299.05

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el peso específico de la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya en relación al contenido de cemento asfáltico, donde a mayor contenido de cemento asfáltico, este se incrementa.

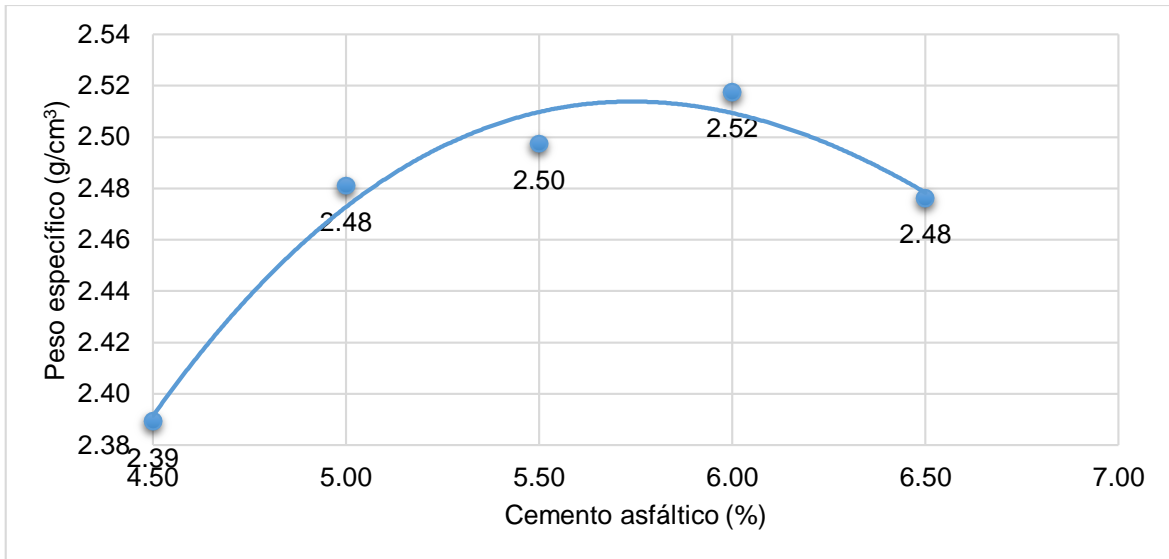


Figura 24. Valores del peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

En la siguiente figura se tiene que el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya tiende a reducirse a medida que se incrementa el contenido de cemento asfáltico.

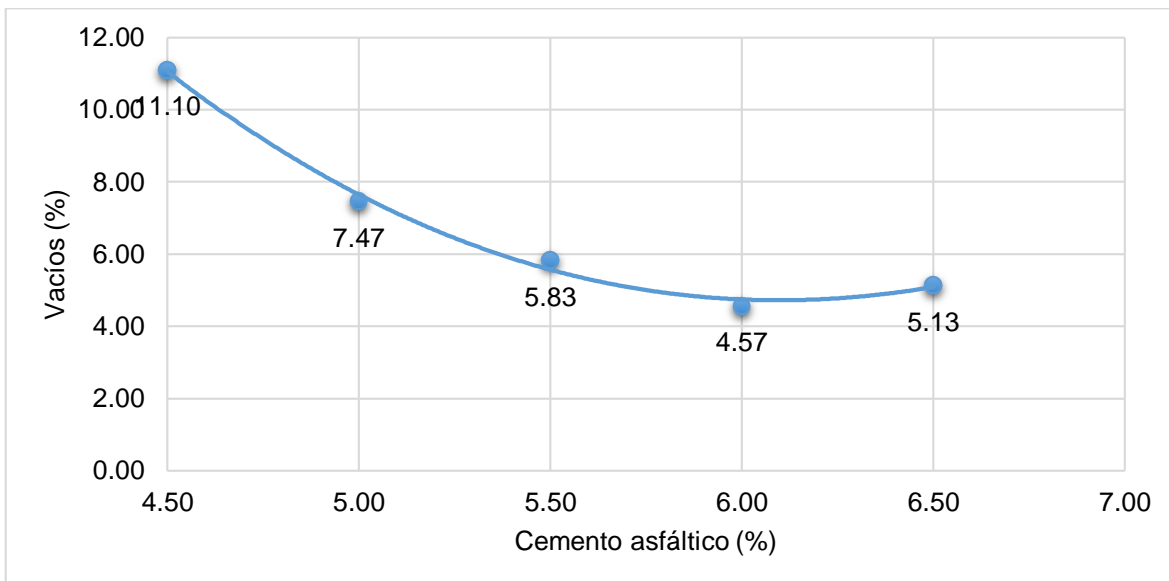


Figura 25. Valores del contenido de vacíos vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

Mientras que, los vacíos del material del agregado compactado en la mezcla asfáltica con 1.5 % de soya tienden a incrementarse a mayor contenido de cemento asfáltico, tal como se observa en la siguiente figura:

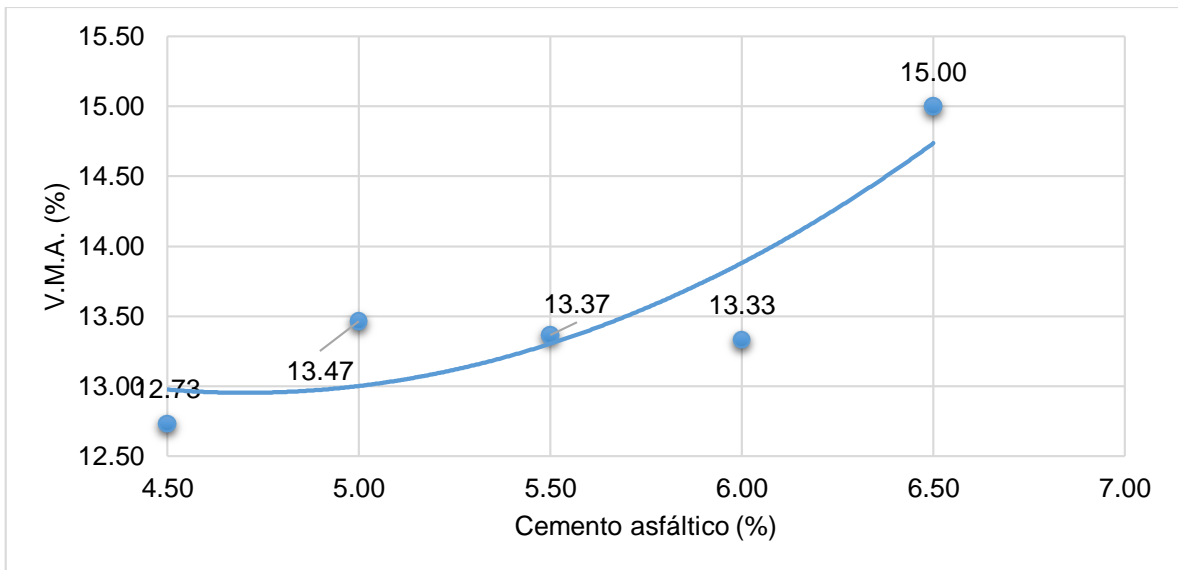


Figura 26. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

En cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico es evidente que a mayor concentración de cemento asfáltico este también se incrementa tal como se observa en la figura 27.

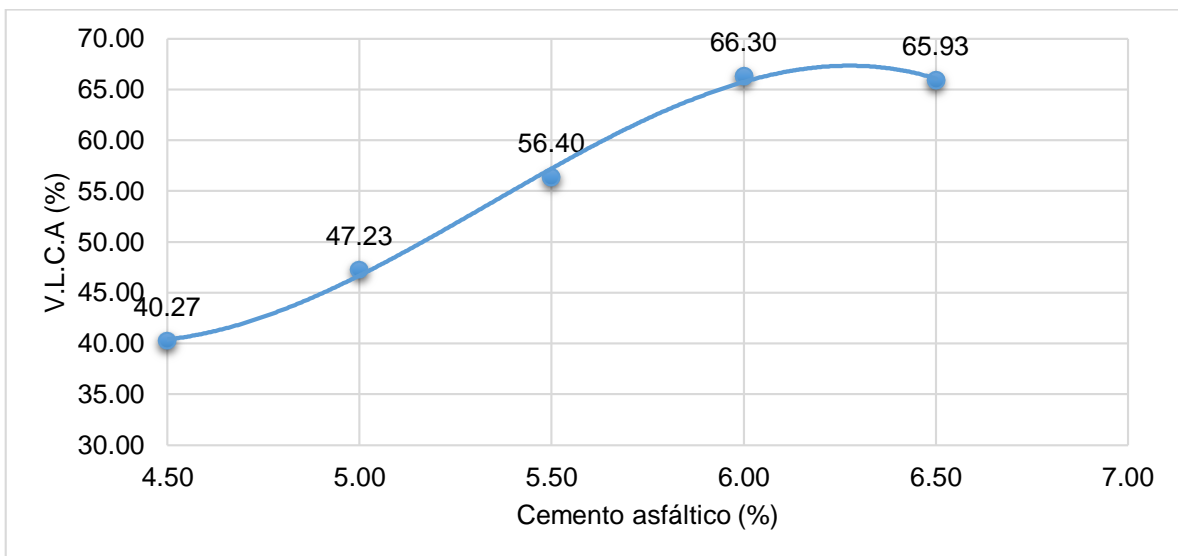


Figura 27. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

Acorde a la figura 28, se tiene a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica, el flujo se incrementa progresivamente en la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya.

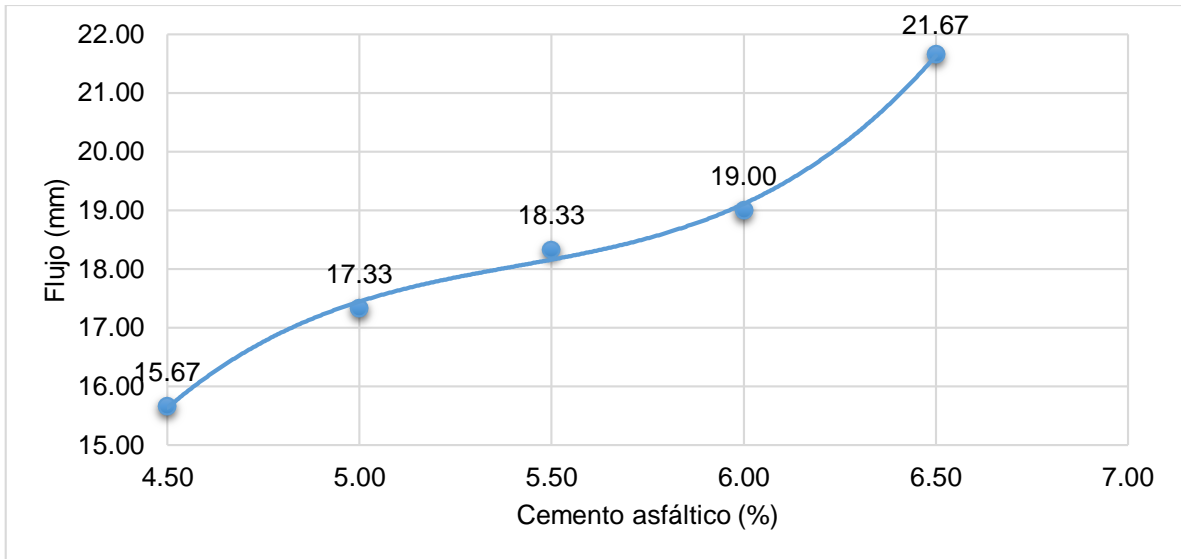


Figura 28. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

La estabilidad de la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya tiende a incrementarse cuando el contenido de cemento asfáltico se encuentra entre 5 y 5.5 %, más con 4.5, 6 y 6.5 % se reduce, según la siguiente figura:

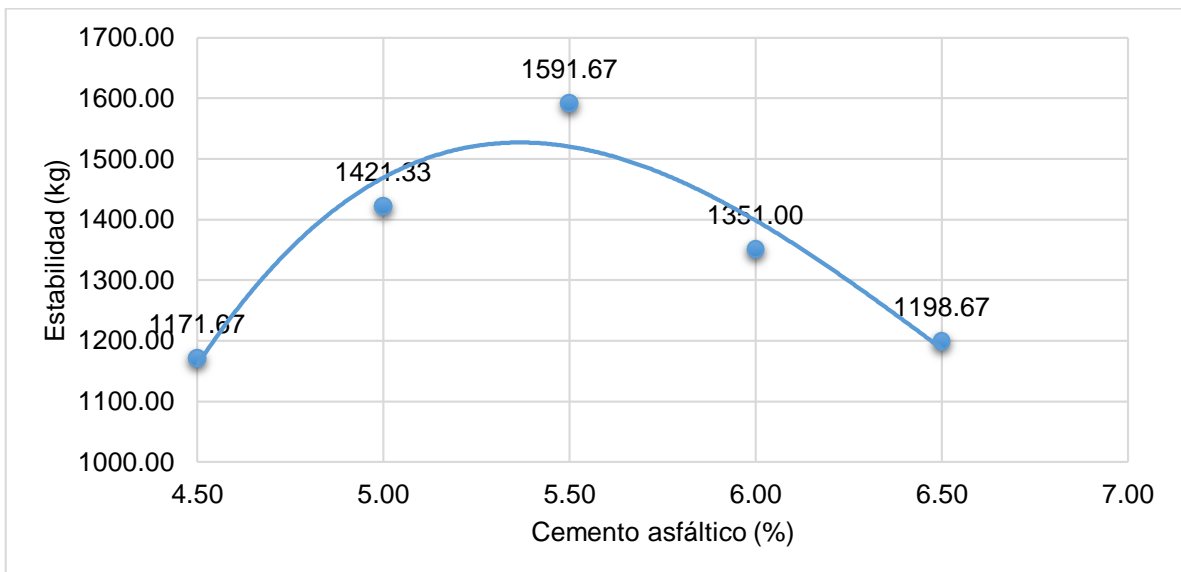


Figura 29. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

Por último, para la relación de estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica con 1.5 % de aceite de soya, se tiene que, a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla, esta tiende a ser menos rígida, pues la relación de la estabilidad/flujo se reduce tal como se muestra en la siguiente figura:

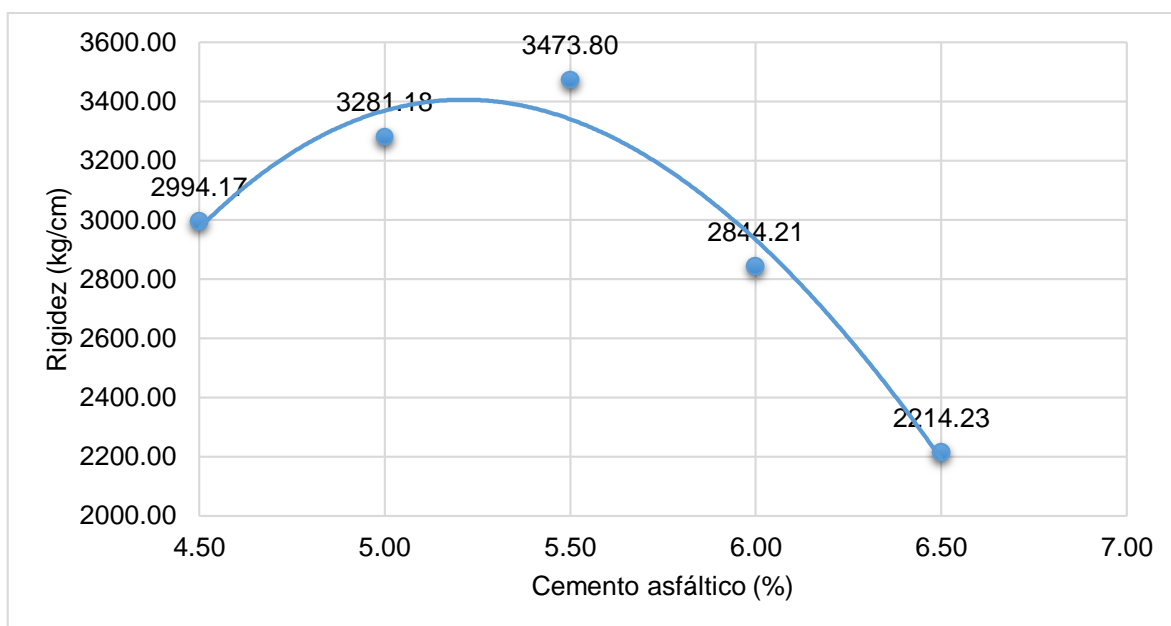


Figura 30. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de aceite de soya.

4.1.5. Mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya

La tabla 20 muestra a modo de resumen los resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya, donde se consideró los valores promedio de cada una de las propiedades físicas y mecánicas medidas, además del contenido óptimo de la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya, que fue de 5.8 %.

Tabla 20. Resumen del ensayo Marshall para la mezcla con 2 % de aceite de soya.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.8
Peso específico (g/cm ³)	2.46	2.49	2.53	2.53	2.51	2.54
Vacíos (%)	8.57	6.70	4.43	3.77	3.67	4.40

Vacíos de material agregado compactado (%)	12.73	13.03	12.10	12.63	13.73	12.60
Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	40.27	48.77	63.33	70.10	73.23	64.00
Flujo (0.25 mm)	11.67	13.33	15.33	18.67	24.67	19.00
Estabilidad (kg)	1265.33	1433.00	1486.67	1392.33	1249.00	1433.35
Estabilidad/flujo (kg/cm)	4348.59	4309.08	3876.72	2990.59	2026.53	2992.40

Fuente: elaboración propia.

No obstante, en la siguiente tabla se tiene los resultados del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya con diferentes contenidos de cemento asfáltico (4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5 %), donde se midió el peso específico, los vacíos, los vacíos del material agregado compactado, el flujo, la estabilidad y la relación de la estabilidad/flujo.

Tabla 21. Resultados de Ensayo Marshall de la muestra asfáltica con 2% de aceite de soya.

Grupos	Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm ³)	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (0.25 mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad flujo (kg/cm)
MAC + 2 % de aceite de soya	4.50	2.401	10.80	12.40	41.60	12.00	1170.00	3900.00
	4.50	2.490	7.50	13.30	38.30	11.00	1295.00	4709.09
	4.50	2.493	7.40	12.50	40.90	12.00	1331.00	4436.67
	5.00	2.493	6.70	13.00	48.50	14.00	1367.00	3905.71
	5.00	2.510	6.10	12.50	51.50	13.00	1481.00	4556.92
	5.00	2.477	7.30	13.60	46.30	13.00	1451.00	4464.62
	5.50	2.532	4.50	12.20	63.00	15.00	1399.00	3730.67
	5.50	2.530	4.60	12.20	62.30	16.00	1579.00	3947.50
	5.50	2.541	4.20	11.90	64.70	15.00	1482.00	3952.00
	6.00	2.547	3.20	12.10	73.50	18.00	1352.00	3004.44
	6.00	2.531	3.80	12.70	69.80	18.00	1428.00	3173.33
	6.00	2.518	4.30	13.10	67.00	20.00	1397.00	2794.00
	6.50	2.529	3.10	13.20	76.40	24.00	1266.00	2110.00
	6.50	2.494	4.40	14.40	69.20	25.00	1227.00	1963.20
	6.50	2.518	3.50	13.60	74.10	25.00	1254.00	2006.40

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el peso específico de la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya en relación al contenido de cemento asfáltico, donde a mayor contenido de cemento asfáltico, este se incrementa.

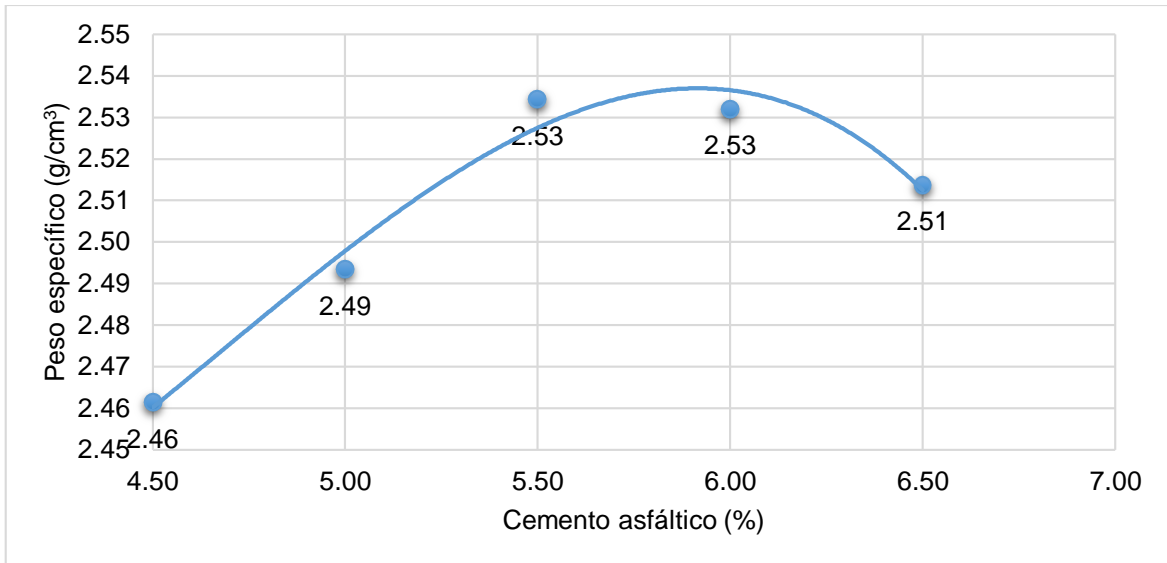


Figura 31. Valores del peso específico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

En la siguiente figura se tiene que el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya tiende a reducirse a medida que se incrementa el contenido de cemento asfáltico.

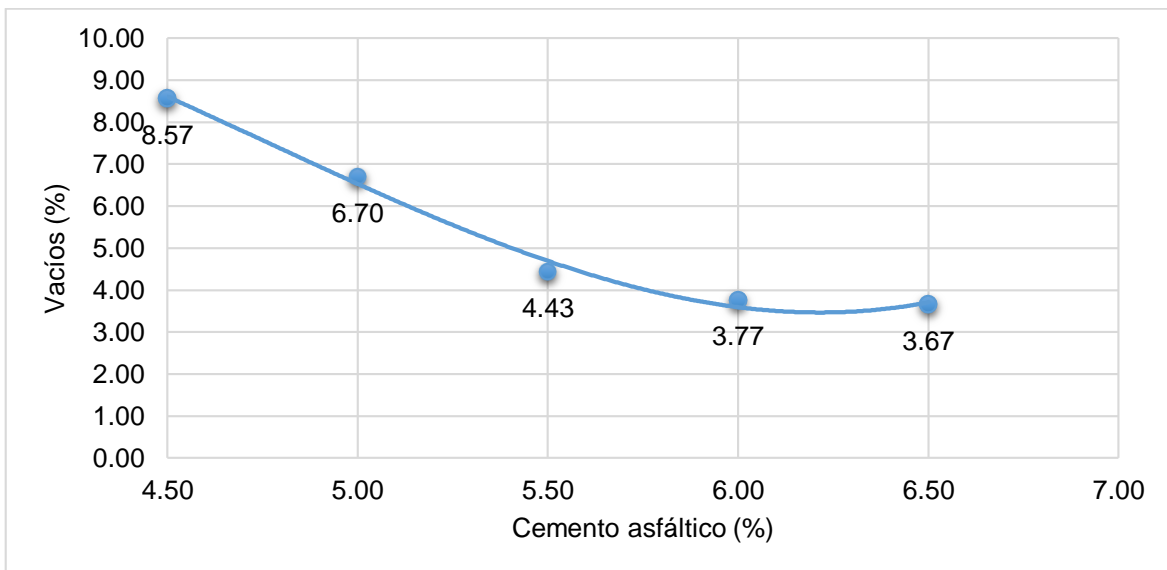


Figura 32. Valores del contenido de vacíos vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

Mientras que, los vacíos del material del agregado compactado en la mezcla asfáltica con 2 % de soya tienden a reducirse al considerar 5.5 y 6 % de cemento asfáltico, incrementándose con 6.5 %, tal como se observa en la siguiente figura:

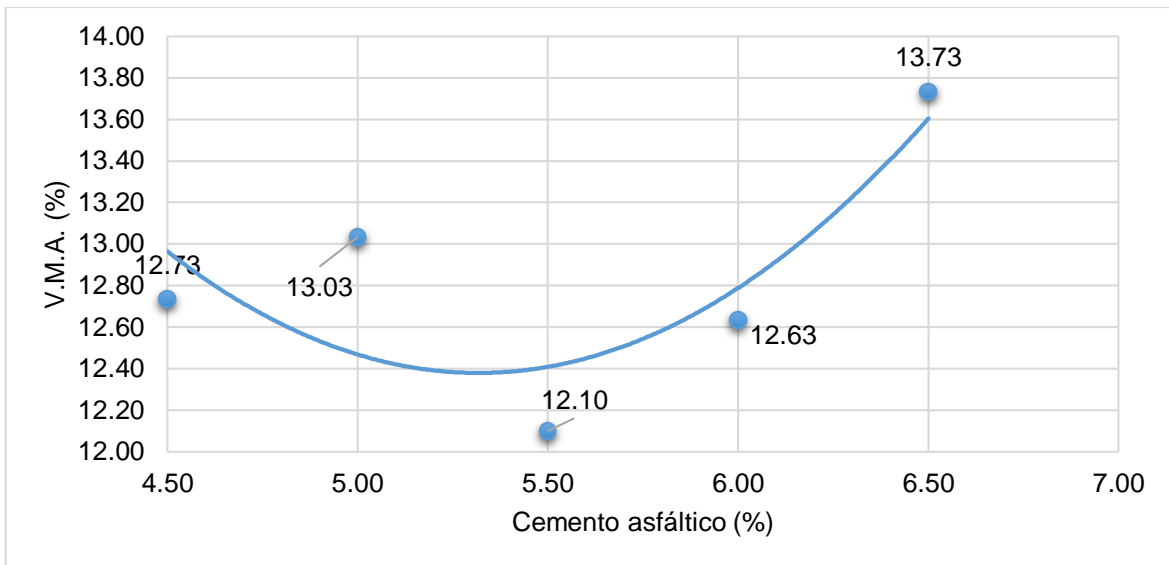


Figura 33. Valores del VMA vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

En cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico es evidente que a mayor concentración de cemento asfáltico este también se incrementa tal como se observa en la figura 34:

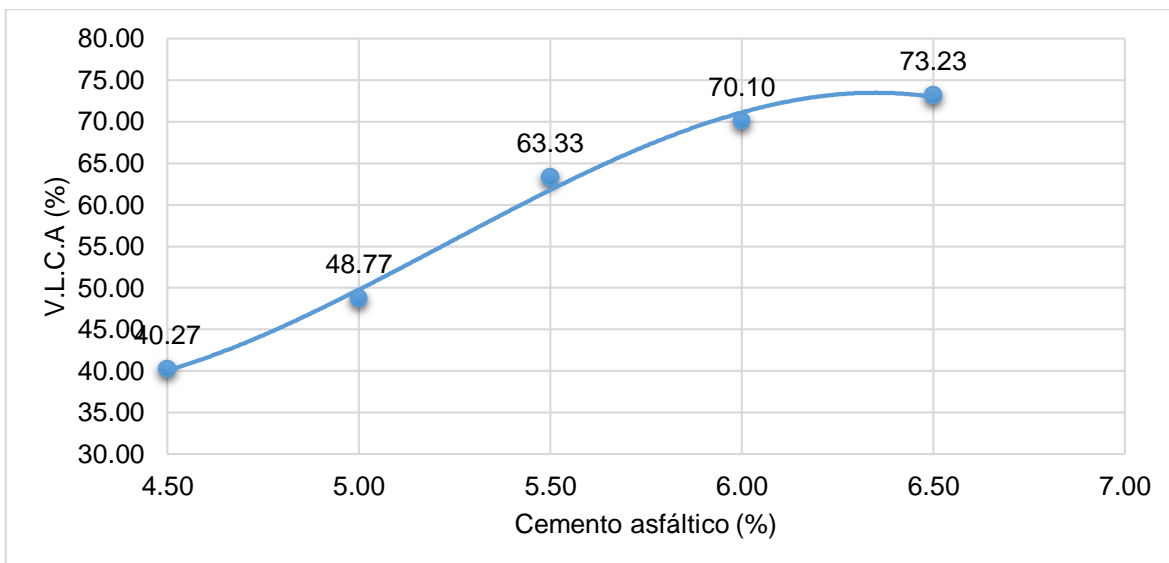


Figura 34. Valores de los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

Acorde a la figura 35, se tiene a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica, el flujo se incrementa progresivamente en la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya.

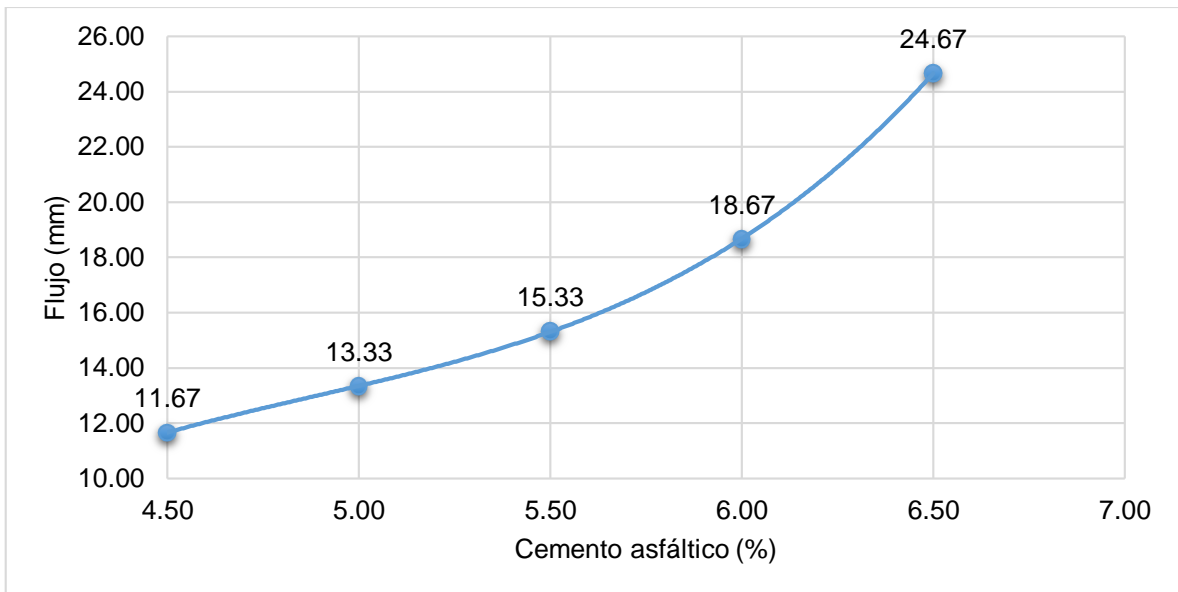


Figura 35. Valores del flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

La estabilidad de la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya tiende a incrementarse cuando el contenido de cemento asfáltico se encuentra entre 5 y 6 %, más con 4.5 y 6.5 % se reduce, según la siguiente figura:

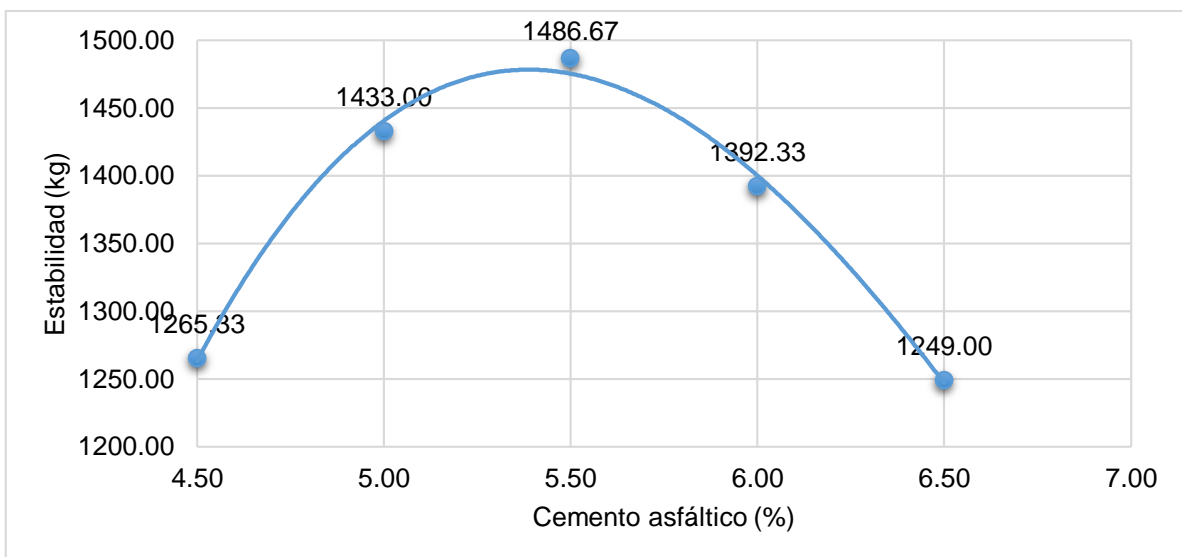


Figura 36. Valores de la estabilidad vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

Por último, para la relación de estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica con 2 % de aceite de soya, se tiene que, a mayor contenido de cemento asfáltico en la mezcla, esta tiende a ser menos rígida, pues la relación de la estabilidad/flujo se reduce tal como se muestra en la siguiente figura:

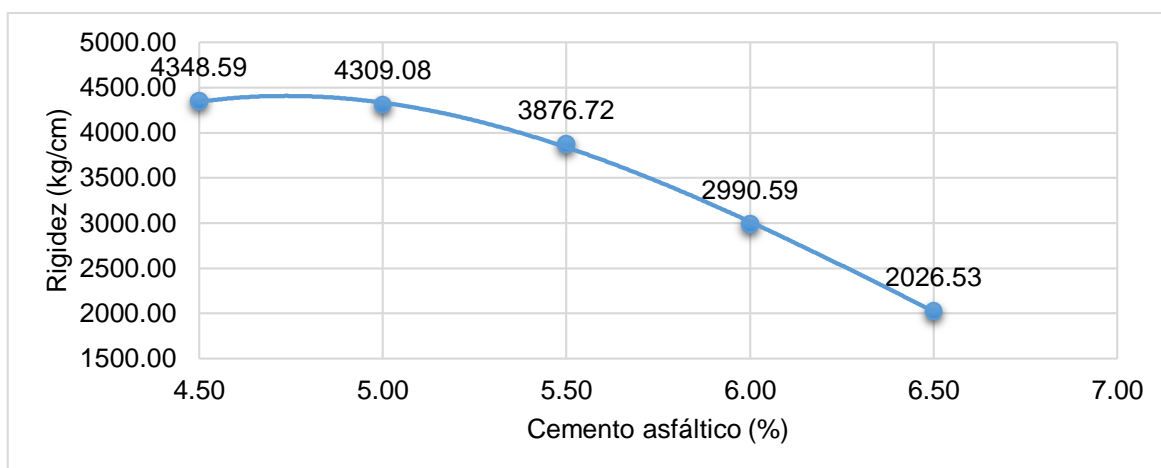


Figura 37. Valores de la estabilidad/flujo vs el contenido de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de aceite de soya.

4.1.6. Variación de las Propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente con adición de aceite de soya:

En la siguiente tabla se tiene el promedio del peso específico, además de la variación de esta propiedad en comparación de la mezcla convencional, donde se tiene que con 1 % de aceite de soya, el peso específico se incrementa en 0.39 %, más con 1.5 % y 2 % se reduce en 1.96 % y 0.59 %.

Tabla 22. Variación del peso específico en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.

Grupos	Peso específico (g/cm ³)	Variación del peso específico (%)
MAC convencional (patrón)	2.555	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	2.565	0.39
MAC + 1.5 % de aceite de soya	2.505	-1.96
MAC + 2 % de aceite de soya	2.540	-0.59

Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo la figura 38, muestra como tiende a variar el peso específico con cada concentración de aceite de soya en la mezcla asfáltica en caliente.

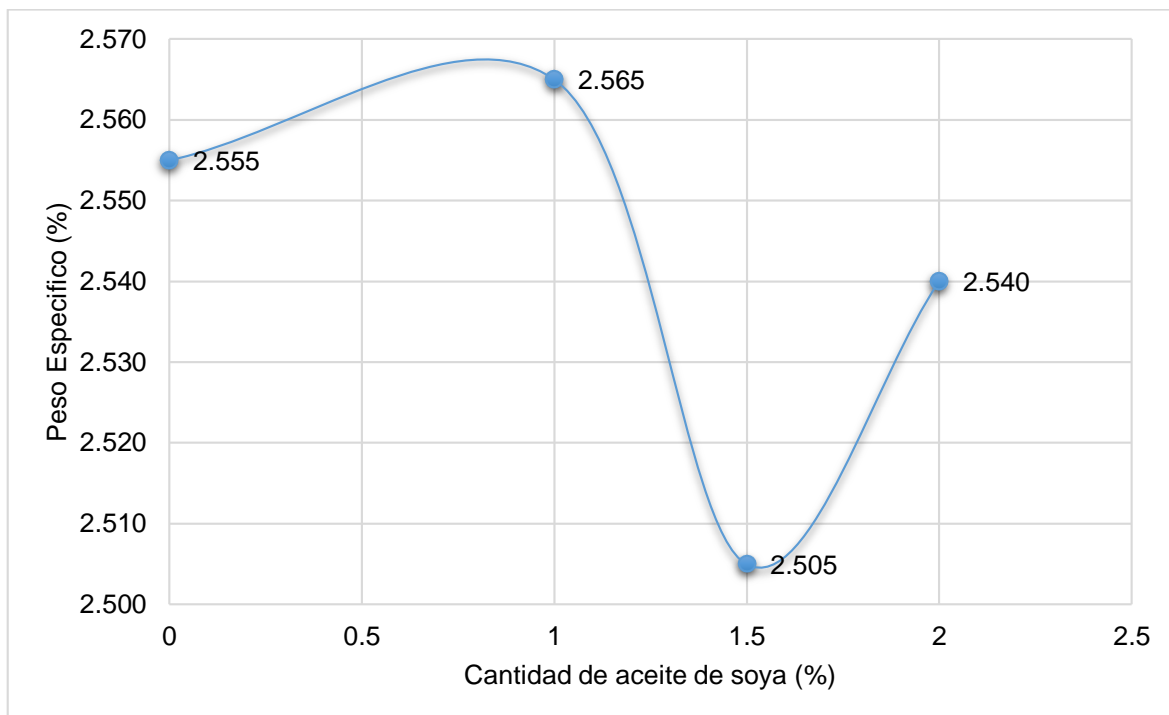


Figura 38. Variación de Peso Específico.

En cuanto a los vacíos en las mezclas asfálticas en caliente, en la siguiente tabla se muestra el valor promedio y la variación en comparación de la mezcla convencional, donde se evidencia que al adicionar 1 y 1.5 % de soya incrementa el contenido de vacíos, pero al adicionar 2 % tiende a reducirse, sin embargo, en todos los casos resultó mayor que la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 23. Variación de los vacíos en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.

Grupos	Vacíos (%)	Variación de vacíos (%)
MAC convencional (patrón)	3.800	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	4.000	5.26
MAC + 1.5 % de aceite de soya	5.600	47.37
MAC + 2 % de aceite de soya	4.400	15.79

Fuente: elaboración propia.

Mientras que, en la figura 39, se representa la variación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas, donde en principio tiende a incrementar y luego se reduce; asimismo, se observó que, la mezcla convencional y las mezclas asfálticas en caliente donde se añadió 1 % y 2 % de aceite de soya, cumplen con lo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), que va desde 3 a 5 %; más la mezcla con 1.5 % de aceite de soya sobrepasa tales rangos normados.

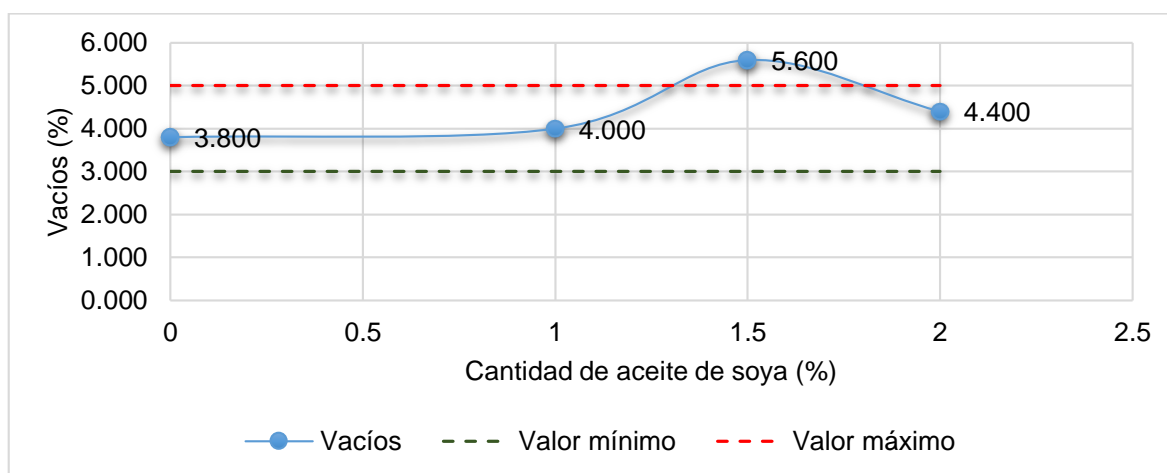


Figura 39. Variación de los vacíos en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.

En cuanto a los vacíos del material en agregado compactado, los resultados se detallan en la tabla 24, donde hasta un 1.5 % de aceite de soya en la mezcla, esta propiedad se incrementa; no obstante, al considerar 2 % procede a reducirse, más en todos los casos resultó mayor a la mezcla asfáltica convencional:

Tabla 24. Variación de los VMA en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.

Grupos	Vacíos de material en el agregado compactado (%)	Variación de vacíos de material en el agregado compactado (%)
MAC convencional (patrón)	11.800	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	12.400	5.08
MAC + 1.5 % de aceite de soya	13.800	16.95
MAC + 2 % de aceite de soya	12.600	6.78

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura, se representa gráficamente la variación de los vacíos del material en agregado compactado cuando se añade a las mezclas asfálticas en caliente aceite de soya, resaltando que, al considerarse más de 2 % de aceite de soya los VMA proceden a reducirse.

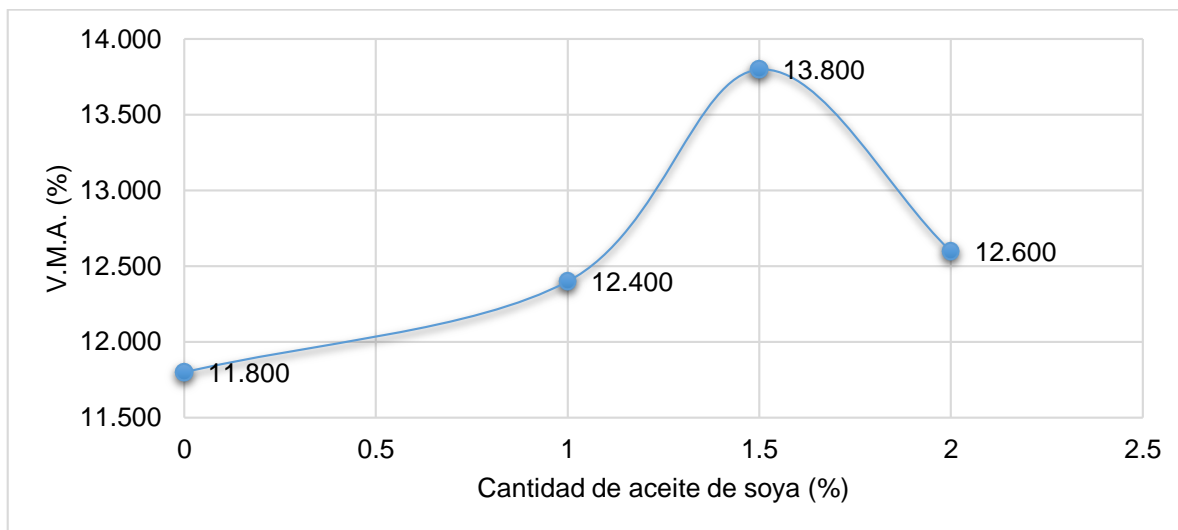


Figura 40. Variación de los VMA en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.

Del mismo modo, en la tabla 25 se tiene que promedio del contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas tienden a reducirse con la adición de aceite de soya, donde las mayores reducciones se presentaron con 1.5 % y 2 % en comparación de lo obtenido para la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 25. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.

Grupos	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Variación de vacíos llenos de cemento asfáltico (%)
MAC convencional (patrón)	70.000	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	68.000	-2.86
MAC + 1.5 % de aceite de soya	61.000	-12.86
MAC + 2 % de aceite de soya	64.000	-8.57

Fuente: Elaboración propia.

Según la siguiente figura en base a la tabla presentada anteriormente se detalla que, el contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente modificadas con aceite de soya en 1, 1.5 y 2 % presentó menores valores.

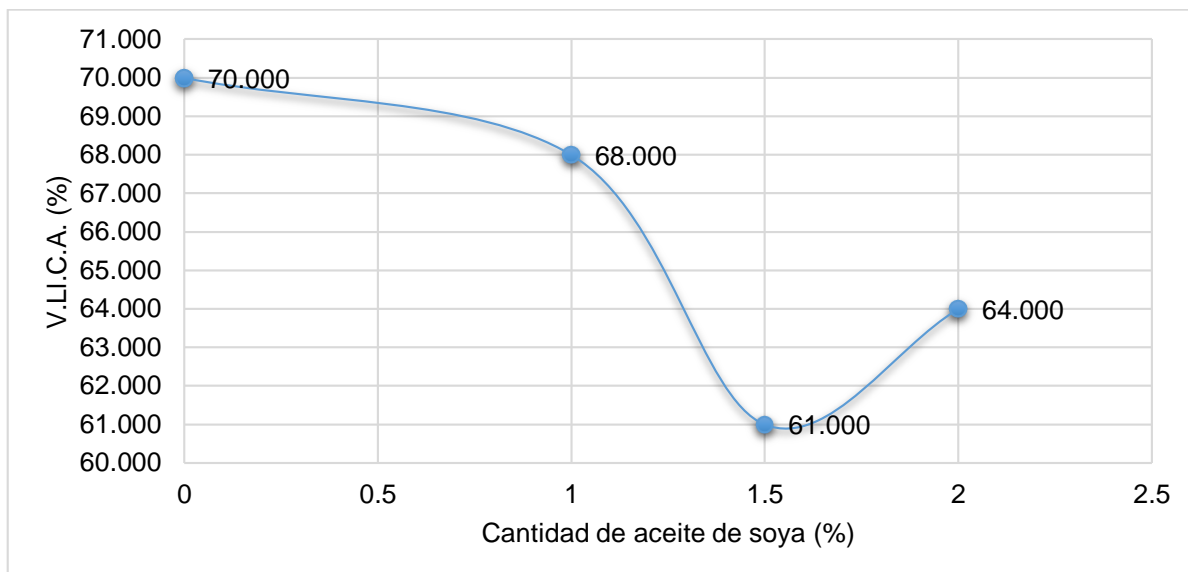


Figura 41. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.

4.1.7. Variación de las Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente con adición de aceite de soya:

En cuanto al flujo en las mezclas asfálticas en caliente, en la siguiente tabla se detalla los promedios obtenidos, además de la variación en comparación de la mezcla asfáltica convencional; donde se evidencia que, el aceite de soya trae consigo el incremento del flujo.

Tabla 26: Variación del flujo en las mezclas asfálticas con aceite de soya.

Grupos	Flujo (0.25 mm)	Variación del flujo (%)
MAC convencional (patrón)	16.500	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	18.200	10.30
MAC + 1.5 % de aceite de soya	19.600	18.79
MAC + 2 % de aceite de soya	19.000	15.15

Fuente: elaboración propia.

Tal como se mencionó, el flujo tiende a incrementarse con la adición del aceite de soya; no obstante, en la figura 42 y considerando los valores que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013) de 8 a 14 en 0.25 mm, se observa que las mezclas asfálticas no se encuentran dentro de tal rango; más, su viabilidad se procedió a determinar con la evaluación de las demás propiedades como estabilidad y la relación de estabilidad/flujo.

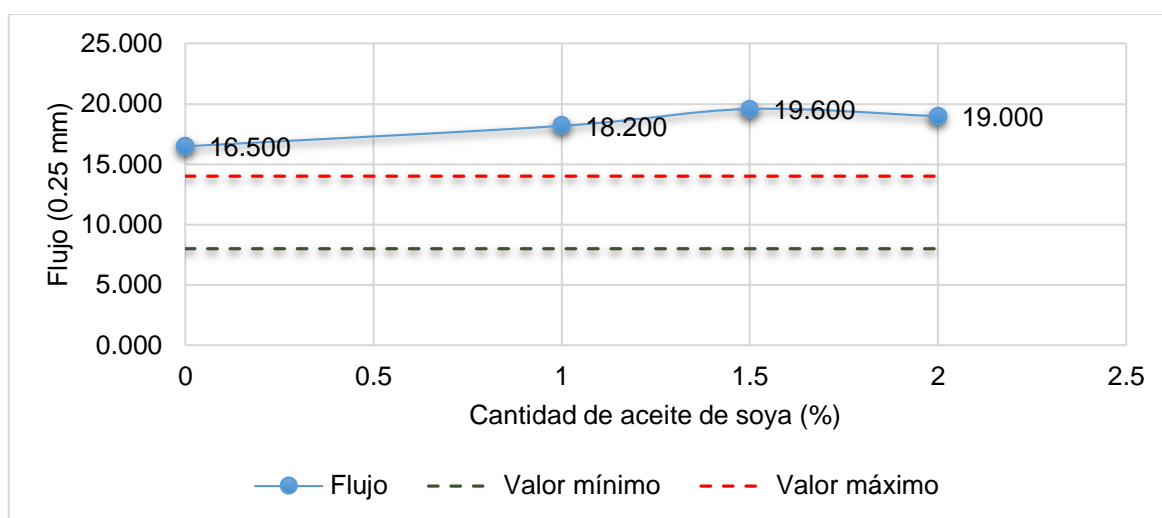


Figura 42. Variación del flujo en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.

En cuanto a la estabilidad y según lo presentado en la siguiente tabla se deduce que, se reduce al considerar 1 % y 2 % de aceite de soya; no obstante, al considerar 1.5 % esta propiedad se incrementa en comparación de lo encontrado para la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 27: Variación de la estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.

Grupos	Estabilidad (kg)	Variación de la estabilidad (%)
MAC convencional (patrón)	1437.888	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	1397.064	-2.84
MAC + 1.5 % de aceite de soya	1442.424	0.32
MAC + 2 % de aceite de soya	1433.352	-0.32

Fuente: elaboración propia.

Las especificaciones técnicas generales para la construcción establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), establecen que, la estabilidad de la mezcla asfáltica para ser empleada en alto tránsito debe ser mayor a 8.15 KN (831 kg), en tal situación se observa según la figura 43 que las mezclas asfálticas consideradas cumplen con esta propiedad; asimismo, se evidencia que el aceite de soya en 1.5 % incrementa el flujo, mientras que con 1 % y 2 % se reduce.

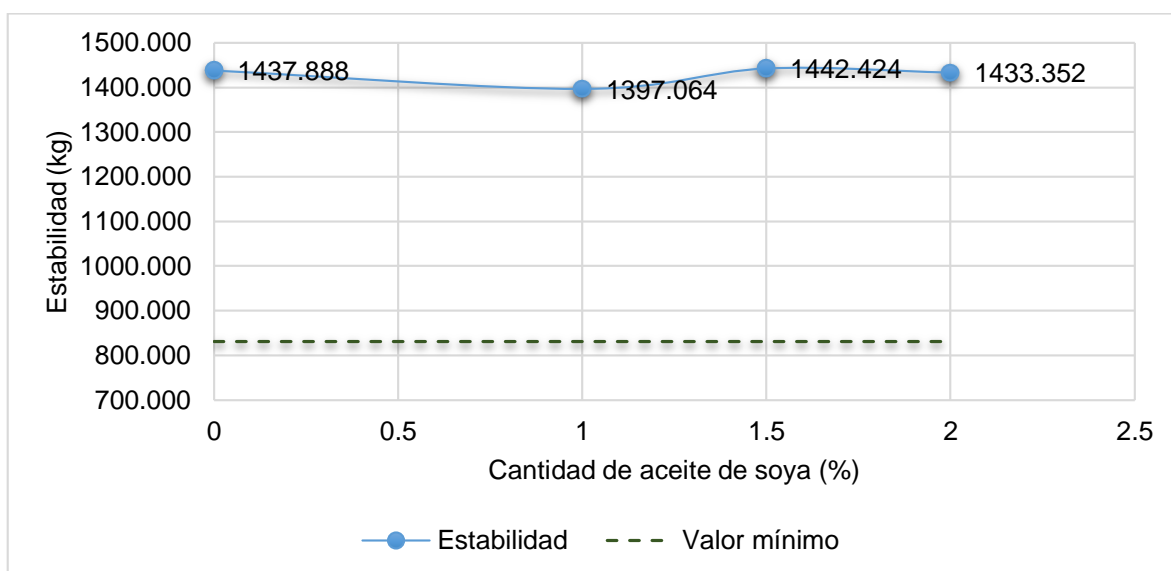


Figura 43. Variación de la estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soya.

En la tabla 28 se muestra los valores de la estabilidad/flujo promedio de cada una de las mezclas asfálticas en caliente, donde se evidencia que el aceite de soya reduce la rigidez.

Tabla 28. Variación de la estabilidad/flujo en las mezclas asfálticas en caliente con aceite de soya.

Grupos	Estabilidad/flujo (kg/cm)	Variación de la estabilidad/flujo (%)
MAC convencional (patrón)	3514.400	0.00
MAC + 1 % de aceite de soya	3043.500	-13.40
MAC + 1.5 % de aceite de soya	2949.900	-16.06
MAC + 2 % de aceite de soya	2992.400	-14.85

Fuente: elaboración propia.

Por último, en la siguiente figura se tiene que las mezclas asfálticas en caliente tanto convencional y donde se añadió aceite de soja en diferentes dosificaciones cumplen con los límites establecidos en cuando a la relación estabilidad/flujo que estable las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), que debe ir desde 1700 a 4000 kg/cm; asimismo, se observa que el aceite de soja reduce esta propiedad en las mezclas asfálticas.

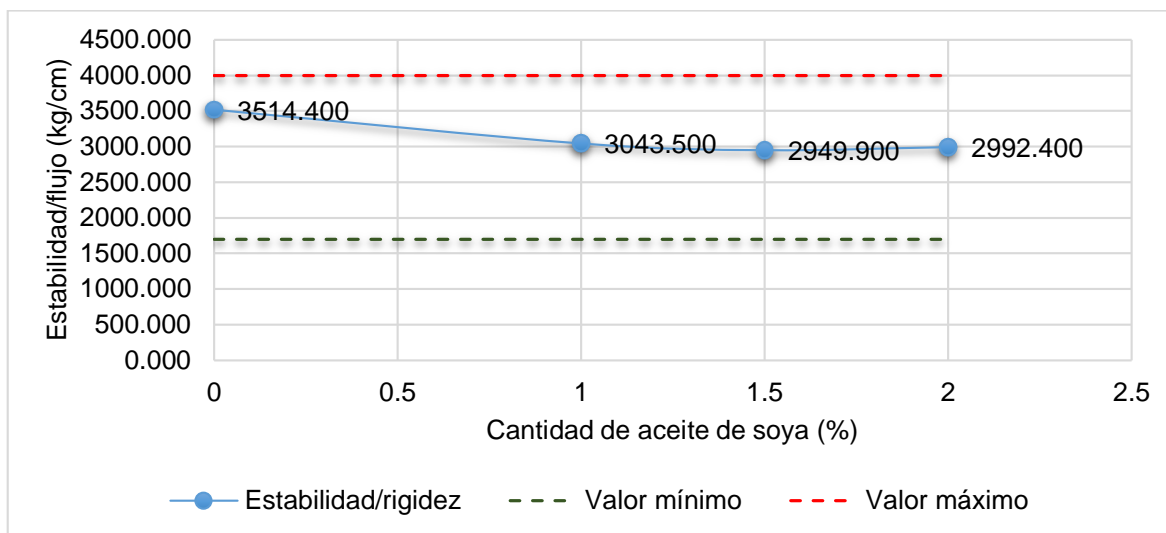


Figura 44. Variación de la estabilidad/flujo en las mezclas asfálticas en caliente vs el contenido de aceite de soja.

4.2. Contrastación de hipótesis

Previamente para la contrastación de las hipótesis fue necesario determinar la normalidad de los datos a fin de establecer el tipo de prueba estadística a considerar ya sea paramétrica o no paramétrica.

4.2.1. Prueba de normalidad de datos

En la siguiente tabla se tiene la prueba de normalidad de los datos del peso específico de las mezclas asfálticas en caliente de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05 lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable

optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 29. Prueba de normalidad de los datos del peso específico de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
	MAC convencional con 4.5 % de C.A	0.94	3.00	0.52
	MAC convencional con 5 % de C.A	0.84	3.00	0.21
	MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.80
	MAC convencional con 6 % de C.A	0.94	3.00	0.51
	MAC convencional con 6.5 % de C.A	1.00	3.00	0.94
	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.91	3.00	0.43
	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	0.82	3.00	0.16
	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.98	3.00	0.74
	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.92	3.00	0.46
Peso	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.98	3.00	0.71
específico	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.98	3.00	0.74
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.78
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	0.92	3.00	0.45
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.89	3.00	0.34
	MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.77	3.00	0.05
	MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	1.00	3.00	0.97
	MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.88	3.00	0.33
	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	1.00	3.00	0.89
	MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.96	3.00	0.60

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la tabla 30 se tiene la prueba de normalidad de los datos de los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05 lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable

optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 30. Prueba de normalidad de los datos de los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
	MAC convencional con 4.5 % de C.A	0.94	3.00	0.51
	MAC convencional con 5 % de C.A	0.83	3.00	0.19
	MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.81
	MAC convencional con 6 % de C.A	0.92	3.00	0.46
	MAC convencional con 6.5 % de C.A	1.00	3.00	1.00
	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.91	3.00	0.42
	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	0.81	3.00	0.14
	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.98	3.00	0.75
	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.87	3.00	0.30
Vacíos	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.99	3.00	0.78
	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.98	3.00	0.75
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	1.00	3.00	0.93
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.85	3.00	0.25
	MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.77	3.00	0.05
	MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	1.00	3.00	1.00
	MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.92	3.00	0.46
	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	1.00	3.00	0.90
	MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.95	3.00	0.58

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, en la siguiente tabla se tiene la prueba de normalidad de los datos del VMA de las mezclas asfálticas en caliente de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05

lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 31. Prueba de normalidad de los datos de los VMA de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
	MAC convencional con 4.5 % de C.A	0.83	3.00	0.19
	MAC convencional con 5 % de C.A	0.83	3.00	0.20
	MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.82
	MAC convencional con 6 % de C.A	0.92	3.00	0.46
	MAC convencional con 6.5 % de C.A	0.99	3.00	0.84
	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.83	3.00	0.19
	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	0.81	3.00	0.15
	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.98	3.00	0.70
	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.89	3.00	0.36
V.M.A.	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	1.00	3.00	0.88
	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.83	3.00	0.19
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	1.00	3.00	0.96
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.86	3.00	0.27
	MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.83	3.00	0.19
	MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	1.00	3.00	0.90
	MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	0.99	3.00	0.78
	MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.96	3.00	0.64

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, la siguiente tabla muestra la prueba de normalidad de los datos de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente de

acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05 lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 32. Prueba de normalidad de los datos de los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
	MAC convencional con 4.5 % de C.A	0.90	3.00	0.39
	MAC convencional con 5 % de C.A	0.87	3.00	0.29
	MAC convencional con 5.5 % de C.A	1.00	3.00	0.94
	MAC convencional con 6 % de C.A	0.92	3.00	0.46
	MAC convencional con 6.5 % de C.A	1.00	3.00	1.00
	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.90	3.00	0.39
	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	0.82	3.00	0.16
	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.80
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.93	3.00	0.49
	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.99	3.00	0.80
	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.90	3.00	0.39
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.75	3.00	0.08
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.98	3.00	0.70
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	1.00	3.00	0.96
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.91	3.00	0.41
	MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.90	3.00	0.39
	MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	0.99	3.00	0.83
	MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.95	3.00	0.55
	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	0.99	3.00	0.85
	MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.96	3.00	0.61

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, la tabla 33 detalla la prueba de normalidad de los datos del flujo de las mezclas asfálticas en caliente de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05 lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 33. Prueba de normalidad de los datos del flujo de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MAC convencional con 4.5 % de C.A	1.00	3.00	1.00
MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC convencional con 6 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC convencional con 6.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
Flujo MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC convencional con 4.5 % de C.A	1.00	3.00	1.00
MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC convencional con 6 % de C.A	0.75	3.00	1.00
MAC convencional con 6.5 % de C.A	0.75	3.00	1.00

Fuente: elaboración propia.

Consecuentemente, según la tabla 34 se tiene la prueba de normalidad de los datos de la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05 lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 34. Prueba de normalidad de los datos de la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
	MAC convencional con 4.5 % de C.A	0.99	3.00	0.82
	MAC convencional con 5 % de C.A	0.95	3.00	0.58
	MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.81	3.00	0.14
	MAC convencional con 6 % de C.A	0.99	3.00	0.85
	MAC convencional con 6.5 % de C.A	0.99	3.00	0.83
	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	1.00	3.00	0.97
	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	0.85	3.00	0.23
	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.92	3.00	0.46
	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.83	3.00	0.20
Estabilidad	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.87	3.00	0.28
	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	1.00	3.00	0.97
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.97	3.00	0.70
	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	1.00	3.00	0.93
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	0.98	3.00	0.76
	MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.75	3.00	0.05
	MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.91	3.00	0.41
	MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	0.93	3.00	0.49
	MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	1.00	3.00	0.91
	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	0.99	3.00	0.80
	MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.95	3.00	0.58

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la siguiente tabla se tiene la prueba de normalidad de los datos de la relación de la estabilidad/flujo de las mezclas asfálticas en caliente de acuerdo al estadístico Shapiro-Wilk, donde los valores de la significancia obtenidos fueron mayores a 0.05 lo cual representa que los datos cuentan con una distribución normal y por ende es dable optar por un estadístico paramétrico para la determinación si las diferencias fueron significativas o no.

Tabla 35. Prueba de normalidad de los datos de la relación estabilidad/flujo de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MAC convencional con 4.5 % de C.A	0.84	3.00	0.21
MAC convencional con 5 % de C.A	0.95	3.00	0.58
MAC convencional con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.77
MAC convencional con 6 % de C.A	0.96	3.00	0.62
MAC convencional con 6.5 % de C.A	0.83	3.00	0.20
MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	1.00	3.00	0.97
MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	0.85	3.00	0.23
MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.96	3.00	0.62
MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.81	3.00	0.13
Estabilidad / flujo MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.99	3.00	0.86
MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.79	3.00	0.10
MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.98	3.00	0.71
MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.99	3.00	0.81
MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	0.98	3.00	0.76
MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.95	3.00	0.57
MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.97	3.00	0.64
MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	0.85	3.00	0.25
MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.77	3.00	0.06
MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	1.00	3.00	0.88
MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.95	3.00	0.55

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Hipótesis específica “a”

Tal como se señaló anteriormente, los datos de las mediciones de las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente presentaron una distribución normal por ende se empleó el estadístico ANOVA para la comparación de los grupos.

Ante ello, en la siguiente tabla se muestra que según el ANOVA las propiedades físicas tales como vacíos, VMA y vacíos llenos de cementos asfáltico en las mezclas asfálticas con 4.5 % de cemento asfáltico no presentaron diferencias significativas al añadir aceite de soya, pues se encontró un nivel de significancia mayor a 0.05; no obstante, sí se dieron diferencias significativas en el peso específico, con una significancia menor a 0.05.

Tabla 36. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso específico	Entre grupos	0.02	3.00	0.01	4.48	0.04
	Dentro de grupos	0.01	8.00	0.00		
	Total	0.02	11.00			
Vacíos	Entre grupos	19.69	3.00	6.56	4.13	0.05
	Dentro de grupos	12.70	8.00	1.59		
	Total	32.39	11.00			
V.M.A.	Entre grupos	0.00	3.00	0.00	0.00	1.00
	Dentro de grupos	1.95	8.00	0.24		
	Total	1.95	11.00			
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Entre grupos	0.00	3.00	0.00	0.00	1.00
	Dentro de grupos	24.19	8.00	3.02		
	Total	24.19	11.00			

Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo, en la siguiente tabla se muestra que según el ANOVA las propiedades físicas en las mezclas asfálticas con 5 % de cemento asfáltico no presentaron diferencias significativas al añadir aceite de soya.

Tabla 37. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso específico	Entre grupos	0.01	3.00	0.00	1.70	0.24
	Dentro de grupos	0.01	8.00	0.00		
	Total	0.02	11.00			
Vacíos	Entre grupos	9.66	3.00	3.22	2.04	0.19
	Dentro de grupos	12.62	8.00	1.58		
	Total	22.28	11.00			
V.M.A.	Entre grupos	7.77	3.00	2.59	1.68	0.25
	Dentro de grupos	12.32	8.00	1.54		
	Total	20.09	11.00			
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Entre grupos	164.84	3.00	54.95	1.86	0.21
	Dentro de grupos	235.88	8.00	29.49		
	Total	400.72	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la siguiente tabla se muestra que según el ANOVA las propiedades físicas en las mezclas asfálticas con 5.5 % de cemento asfáltico no presentaron diferencias significativas al añadir aceite de soya.

Tabla 38. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso específico	Entre grupos	0.00	3.00	0.00	2.78	0.11
	Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.01	11.00			
Vacíos	Entre grupos	7.20	3.00	2.40	2.82	0.11
	Dentro de grupos	6.81	8.00	0.85		
	Total	14.01	11.00			
V.M.A.	Entre grupos	6.07	3.00	2.02	2.93	0.10
	Dentro de grupos	5.53	8.00	0.69		
	Total	11.61	11.00			
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Entre grupos	198.92	3.00	66.31	2.50	0.13
	Dentro de grupos	211.89	8.00	26.49		
	Total	410.81	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 39, muestra que según el ANOVA las propiedades físicas en las mezclas con 6 % de C.A. no presentaron diferencias significativas al añadir aceite de soya.

Tabla 39. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso específico	Entre grupos	0.00	3.00	0.00	3.17	0.09
	Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.01	11.00			
Vacíos	Entre grupos	8.14	3.00	2.71	4.02	0.05
	Dentro de grupos	5.41	8.00	0.68		
	Total	13.55	11.00			
V.M.A.	Entre grupos	6.54	3.00	2.18	3.98	0.05
	Dentro de grupos	4.38	8.00	0.55		
	Total	10.92	11.00			
V.LL.C.A.	Entre grupos	272.80	3.00	90.93	4.64	0.04
	Dentro de grupos	156.73	8.00	19.59		
	Total	429.53	11.00			

Fuente: elaboración propia.

La tabla 40, muestra que según el ANOVA las propiedades físicas en las mezclas asfálticas con 6.5 % de cemento asfáltico sí presentaron diferencias significativas al añadir aceite de soya, esto al contar con una significancia menor a 0.05.

Tabla 40: Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades físicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso específico	Entre grupos	0.01	3.00	0.00	8.44	0.01
	Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.01	11.00			
Vacíos	Entre grupos	10.20	3.00	3.40	9.51	0.01
	Dentro de grupos	2.86	8.00	0.36		
	Total	13.06	11.00			
V.M.A.	Entre grupos	8.21	3.00	2.74	9.20	0.01
	Dentro de grupos	2.38	8.00	0.30		
	Total	10.59	11.00			
V.LL.C.A.	Entre grupos	300.37	3.00	100.12	10.39	0.00
	Dentro de grupos	77.12	8.00	9.64		
	Total	377.49	11.00			

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se tiene de acuerdo a las comparaciones múltiples que las mezclas asfálticas con 4.5 % de cemento asfáltico presentó una única variación significativa con 1.5 % de aceite de soya, esto con una significancia menor a 0.05.

Tabla 41. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso específico	MAC convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	0.06	0.03	0.24	-0.03	0.15
		MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.09*	0.03	0.04	0.01	0.18
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.02	0.03	0.85	-0.07	0.11
Vacíos	MAC convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	-2.20	1.03	0.22	-5.49	1.09
		MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	-3.33*	1.03	0.05	-6.63	-0.04
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	-0.80	1.03	0.86	-4.09	2.49
V.M.A.	MAC convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	0.00	0.40	1.00	-1.29	1.29
		MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.00	0.40	1.00	-1.29	1.29
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.00	0.40	1.00	-1.29	1.29
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	0.00	1.42	1.00	-4.55	4.55
		MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.00	1.42	1.00	-4.55	4.55
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.00	1.42	1.00	-4.55	4.55

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

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, en la siguiente tabla se tiene que de acuerdo a las comparaciones múltiples no se presentaron cambios significativos entre la mezcla asfáltica convencional con 5 % de cemento asfáltico en relación de las mezclas donde se añadió aceite de soya, pues las significancias fueron mayores a 0.05.

Tabla 42. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso específico	MAC convencional con 5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	0.06	0.03	0.20	-0.03	0.16
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	0.04	0.03	0.55	-0.05	0.13
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	0.03	0.03	0.79	-0.07	0.12
Vacíos	MAC convencional con 5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	-2.40	1.03	0.17	-5.68	0.88
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	-1.80	1.03	0.36	-5.08	1.48
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	-1.03	1.03	0.75	-4.32	2.25
V.M.A.	MAC convencional con 5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	-2.23	1.01	0.20	-5.48	1.01
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	-1.37	1.01	0.56	-4.61	1.88
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	-0.93	1.01	0.79	-4.18	2.31
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC convencional con 5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	10.27	4.43	0.17	-3.93	24.46
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	6.93	4.43	0.45	-7.26	21.13
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	5.40	4.43	0.63	-8.80	19.60

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la siguiente tabla se tiene que de acuerdo a las comparaciones múltiples no se presentaron cambios significativos entre la mezcla asfáltica convencional con 5.5 % de cemento asfáltico en relación de las mezclas donde se añadió aceite de soya, pues las significancias fueron mayores a 0.05.

Tabla 43. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso específico	MAC convencional con 5.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	-0.02	0.02	0.79	-0.08	0.05
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.04	0.02	0.31	-0.03	0.10
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.00	0.02	1.00	-0.06	0.06
Vacíos	MAC convencional con 5.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	0.70	0.75	0.79	-1.71	3.11
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-1.43	0.75	0.30	-3.85	0.98
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-0.03	0.75	1.00	-2.45	2.38
V.M.A.	MAC convencional con 5.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	0.67	0.68	0.76	-1.51	2.84
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-1.30	0.68	0.29	-3.47	0.87
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-0.03	0.68	1.00	-2.21	2.14
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC convencional con 5.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	-3.37	4.20	0.85	-16.82	10.09
		MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	7.83	4.20	0.31	-5.62	21.29
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.90	4.20	1.00	-12.56	14.36

Fuente: elaboración propia.

De la siguiente tabla, se tiene que solo se presentó una diferencia significativa en cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico con 1.5 % de aceite de soya, esto en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 44. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso específico	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	0.01	0.02	0.93	-0.05	0.07
	convencional	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	0.05	0.02	0.09	-0.01	0.11
	C.A	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	0.04	0.02	0.27	-0.02	0.09
Vacíos	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	-0.43	0.67	0.91	-2.58	1.72
	convencional	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	-2.13	0.67	0.05	-4.28	0.02
	C.A	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	-1.33	0.67	0.27	-3.48	0.82
V.M.A.	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	-0.37	0.60	0.93	-2.30	1.57
	convencional	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	-1.90	0.60	0.05	-3.83	0.03
	C.A	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	-1.20	0.60	0.27	-3.13	0.73
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	2.90	3.61	0.85	-8.67	14.47
	convencional	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	12.27*	3.61	0.04	0.69	23.84
	C.A	MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	8.47	3.61	0.17	-3.11	20.04

Fuente: elaboración propia.

Por último, se tiene, que la mezcla asfáltica en caliente con 1.5 % de aceite de soya presentó diferencias significativas en relación de la mezcla asfáltica convencional con 6.5 % de cemento asfáltico, esto con significancias menores a 0.05.

Tabla 45. Comparaciones múltiples de las propiedades físicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso específico	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.01	0.01	0.91	-0.04	0.06
		MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.07*	0.01	0.01	0.02	0.11
		MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	0.03	0.01	0.25	-0.02	0.07
Vacíos	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	-0.73	0.49	0.48	-2.30	0.83
		MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	-2.53*	0.49	0.00	-4.10	-0.97
		MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	-1.07	0.49	0.21	-2.63	0.50
V.M.A.	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	-0.63	0.45	0.52	-2.06	0.79
		MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	-2.27*	0.45	0.00	-3.69	-0.84
		MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	-1.00	0.45	0.19	-2.43	0.43
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S. con 6.5 % de C.A	4.53	2.54	0.34	-3.58	12.65
		MAC + 1.5 % de A.S. con 6.5 % de C.A	13.87*	2.54	0.00	5.75	21.98
		MAC + 2 % de A.S. con 6.5 % de C.A	6.57	2.54	0.12	-1.55	14.68

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, se denotó que el 1.5 % de aceite de soya influye significativamente en las propiedades físicas de las mezclas asfálticas, cuando se emplea un contenido de cemento asfáltico de 6.5 %, reduciendo el peso específico, incrementando los vacíos y V.M.A, finalmente, reduciendo los vacíos llenos de cemento asfáltico.

4.2.3. Hipótesis específica “b”

Tal como se señaló anteriormente, los datos de las mediciones de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente presentaron una distribución normal por ende se empleó el estadístico ANOVA para la comparación de los grupos.

De acuerdo a la tabla 46 hasta la tabla 50, se llega a deducir lo siguiente:

Respecto al flujo y al considerarse 4.5 % de cemento asfáltico se encontró incrementos significativos en la mezcla asfáltica, esto al adicionar 1 % y 1.5 % de aceite de soya; mientras que, al considerar 5 % de cemento asfáltico se encontró reducciones significativas esto al adicionar 1 % y 1.5 % de aceite de soya; consecuentemente, al emplear 5.5 % de cemento asfáltico se encontró una reducción significativa del flujo al emplear 1.5 % de aceite de soya; en cuanto al 6 % de cemento asfáltico, se encontró incrementos significativos del flujo de la mezcla esto al considerar 1.5 % y 2 % de aceite de soya, por último, al considerar 6.5 % de cemento asfáltico se encontró incrementos significativos al emplear 1 %, 1.5 % y 2 % de aceite de soya.

En cuanto a la estabilidad, al considerarse 4.5 %, 5 % y 6 % de cemento asfáltico no se encontró variaciones significativas en la mezcla, no obstante, al emplear 5.5 % de cemento asfáltico se encontró incrementos significativos de la estabilidad con 1.5 y 2 % de aceite de soya, a diferencia que con 6.5 % de cemento asfáltico se encontró reducciones significativas tanto con 1 %, 1.5 % y 2 % de aceite de soya.

En cuanto a la relación de estabilidad/flujo y al considerarse 4.5 y 5 % de cemento asfáltico se encontró reducciones significativas de la rigidez con 1 % y 1.5 % de aceite de soya, mientras que al considerar 2 % de aceite de soya se incrementó significativamente. Mientras que, al considerar 5.5 % de cemento asfáltico se encontró incrementos significativos de la rigidez con 1.5 % y 2 % de aceite de soya, mientras que al considerar 1 % de aceite de soya se redujo significativamente; asimismo, al considerar 6 y 6.5 % de cemento asfáltico se encontró reducciones significativas de la rigidez tanto al emplear 1 %, 1.5 % y 2 % de aceite de soya.

Tabla 46. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flujo	Entre grupos	37.58	3.00	12.53	30.07	0.00
	Dentro de grupos	3.33	8.00	0.42		
	Total	40.92	11.00			
Estabilidad	Entre grupos	29905.67	3.00	9968.56	0.92	0.47
	Dentro de grupos	86350.00	8.00	10793.75		
	Total	116255.67	11.00			
Estabilidad/flujo	Entre grupos	4226522.98	3.00	1408840.99	12.76	0.00
	Dentro de grupos	883393.07	8.00	110424.13		
	Total	5109916.05	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47: Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flujo	Entre grupos	30.33	3.00	10.11	60.67	0.00
	Dentro de grupos	1.33	8.00	0.17		
	Total	31.67	11.00			
Estabilidad	Entre grupos	61192.33	3.00	20397.44	1.81	0.22
	Dentro de grupos	90219.33	8.00	11277.42		
	Total	151411.67	11.00			
Estabilidad/flujo	Entre grupos	3015972.45	3.00	1005324.15	10.04	0.00
	Dentro de grupos	801387.84	8.00	100173.48		
	Total	3817360.29	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flujo	Entre grupos	18.25	3.00	6.08	18.25	0.00
	Dentro de grupos	2.67	8.00	0.33		
	Total	20.92	11.00			
Estabilidad	Entre grupos	151983.58	3.00	50661.19	14.74	0.00
	Dentro de grupos	27501.33	8.00	3437.67		
	Total	179484.92	11.00			
Estabilidad/flujo	Entre grupos	575876.35	3.00	191958.78	8.17	0.01
	Dentro de grupos	187878.67	8.00	23484.83		
	Total	763755.02	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flujo	Entre grupos	9.67	3.00	3.22	6.44	0.02
	Dentro de grupos	4.00	8.00	0.50		
	Total	13.67	11.00			
Estabilidad	Entre grupos	33768.00	3.00	11256.00	4.00	0.05
	Dentro de grupos	22518.00	8.00	2814.75		
	Total	56286.00	11.00			
Estabilidad/flujo	Entre grupos	959481.90	3.00	319827.30	9.13	0.01
	Dentro de grupos	280373.56	8.00	35046.69		
	Total	1239855.45	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Prueba paramétrica ANOVA de las propiedades mecánicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flujo	Entre grupos	58.00	3.00	19.33	58.00	0.00
	Dentro de grupos	2.67	8.00	0.33		
	Total	60.67	11.00			
Estabilidad	Entre grupos	22879.00	3.00	7626.33	3.36	0.08
	Dentro de grupos	18178.67	8.00	2272.33		
	Total	41057.67	11.00			
Estabilidad/flujo	Entre grupos	340863.15	3.00	113621.05	11.72	0.00
	Dentro de grupos	77581.12	8.00	9697.64		
	Total	418444.27	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico se tiene que se encontró diferencias significativas en el flujo considerando 1 % y 1.5 % de aceite de soya con significancia menor a 0.05, al igual que en la relación de estabilidad/flujo esto en relación a la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 51. Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 4.5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia		Sig.	95% de intervalo de confianza	
			de medias (I-J)	Error estándar		Límite inferior	Límite superior
Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	-3.00*	0.53	0.00	-4.69	-1.31
	convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	-3.67*	0.53	0.00	-5.35	-1.98
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	0.33	0.53	0.92	-1.35	2.02
Estabilidad	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	60.33	84.83	0.89	-211.32	331.98
	convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	15.67	84.83	1.00	-255.98	287.32
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	-78.00	84.83	0.80	-349.65	193.65
Estabilidad / Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 4.5 % de C.A	955.077*	271.32	0.03	86.20	1823.94
	convencional con 4.5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 4.5 % de C.A	966.24*	271.32	0.03	97.37	1835.11
		MAC + 2 % de A.S. con 4.5 % de C.A	-388.18	271.32	0.52	-	480.69
						1257.05	

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

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico se tiene que se encontró diferencias significativas en el flujo considerando 1 % y 1.5 % de aceite de soya con significancia menor a 0.05, al igual que en la relación de estabilidad/flujo esto en relación a la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 52. Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia		Sig.	95% de intervalo de confianza	
			de medias (I-J)	Error estándar		Límite inferior	Límite superior
Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	2.00*	0.33	0.00	-3.07	-0.93
	convencional con 5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	3.33*	0.33	0.00	-4.40	-2.27
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	0.67	0.33	0.26	-0.40	1.73
Estabilidad	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	175.67	86.71	0.26	-102.00	453.34
	convencional con 5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	23.67	86.71	0.99	-254.00	301.34
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	12.00	86.71	1.00	-265.67	289.67
Estabilidad / Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 5 % de C.A	955.24*	258.42	0.03	127.68	1782.80
	convencional con 5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 5 % de C.A	847.40*	258.42	0.04	19.83	1674.96
		MAC + 2 % de A.S. con 5 % de C.A	-180.51	258.42	0.89	-	647.05
						1008.07	

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

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico se tiene que se encontró diferencias significativas en el flujo considerando 1.5 % de aceite de soya con significancia menor a 0.05, en la estabilidad con 1.5 % y 2 % de aceite de soya, al igual que en la relación de estabilidad/flujo con 2 % de aceite de soya esto en relación a la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 53: Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 5.5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-1.33	0.47	0.08	-2.84	0.18
	convencional con 5.5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	3.00*	0.47	0.00	-4.51	-1.49
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	0.00	0.47	1.00	-1.51	1.51
Estabilidad	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-88.00	47.87	0.32	-241.30	65.30
	convencional con 5.5 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-299.67*	47.87	0.00	-452.97	-146.36
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-194.67*	47.87	0.02	-347.97	-41.36
Estabilidad / Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 5.5 % de C.A	58.65	125.13	0.96	-342.05	459.35
	convencional con 5.5% de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-99.47	125.13	0.85	-500.17	301.23
		MAC + 2 % de A.S. con 5.5 % de C.A	-502.39*	125.13	0.02	-903.09	-101.69

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

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico se tiene que se encontró diferencias significativas en el flujo considerando 1.5 % y 2 % de aceite de soya con significancia menor a 0.05, al igual que en la relación de estabilidad/flujo con todas las adiciones de aceite de soya esto en relación a la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 54: Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 6 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	-1.67	0.58	0.08	-3.52	0.18
	convencional con 6 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	-2.33*	0.58	0.02	-4.18	-0.48
		MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	-2.00*	0.58	0.03	-3.85	-0.15
Estabilidad	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	104.00	43.32	0.15	-34.72	242.72
	convencional con 6 % de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	143.33*	43.32	0.04	4.61	282.05
		MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	102.00	43.32	0.16	-36.72	240.72
Estabilidad / Flujo	MAC	MAC + 1 % de A.S. con 6 % de C.A	550.85*	152.85	0.03	61.35	1040.34
	convencional con 6% de C.A	MAC + 1.5 % de A.S. con 6 % de C.A	745.35*	152.85	0.01	255.85	1234.84
		MAC + 2 % de A.S. con 6 % de C.A	598.97*	152.85	0.02	109.47	1088.46

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

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico se tiene que se encontró diferencias significativas tanto en el flujo y la relación de la estabilidad/flujo entre todas las mezclas donde se añadió aceite de soya en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 55. Comparaciones múltiples de las propiedades mecánicas de las MAC con 6.5 % de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Flujo	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	-1.67*	0.47	0.03	-3.18	-0.16
		MAC + 1.5 % de A.S.	-3.00*	0.47	0.00	-4.51	-1.49
		MAC + 2 % de A.S.	-6.00*	0.47	0.00	-7.51	-4.49
Estabilidad	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	37.00	38.92	0.78	-87.64	161.64
		MAC + 1.5 % de A.S.	-31.67	38.92	0.85	-156.31	92.97
		MAC + 2 % de A.S.	-82.00	38.92	0.23	-206.64	42.64
Estabilidad / Flujo	MAC convencional con 6.5 % de C.A	MAC + 1 % de A.S.	274.60*	80.41	0.04	17.11	532.09
		MAC + 1.5 % de A.S.	284.91*	80.41	0.03	27.43	542.40
		MAC + 2 % de A.S.	472.61*	80.41	0.00	215.12	730.10

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

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se denotó que el 1.5 % de aceite de soya influye significativamente en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, cuando se emplea un contenido de cemento asfáltico de 6.5 %, incrementando el flujo, manteniendo la estabilidad y reduciendo la rigidez.

V. DISCUSIÓN

En referencia con el **objetivo principal**, que es determinar la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, se obtuvo como resultado del ensayo Marshall: que al considerarse 4.5 % y 6.5 % de cemento asfáltico, se encontró reducciones significativas del peso específico al adicionar 1.5 % de aceite de soya; mientras que al considerarse al considerar un 6.5 % de cemento asfáltico y 1.5 % de aceite de soya, el contenido de vacíos y los V.M.A. se incrementaron significativamente; sin embargo, al considerar un 6 % y 6.5 % de cemento asfáltico y 1.5 % de aceite de soya, los vacíos llenos de cemento asfáltico se redujeron significativamente.

Al considerarse 4.5 % y 6.5% de cemento asfáltico se encontró incrementos significativos del flujo en la mezcla asfáltica, esto al adicionar 1 % y 1.5 % de aceite de soya; con respecto a la estabilidad, se incrementa al emplear 5.5 % de cemento asfáltico con 1.5 y 2 % de aceite de soya, a diferencia que con 6.5 % de cemento asfáltico se encontró reducciones significativas tanto con 1 %, 1.5 % y 2 % de aceite de soya. Para tal caso existe una similitud con los resultados de Matta y Pérez (2019), en su investigación "Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfálticas en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, en la cual tuvo como resultado que al adicionar 5 y 10% de cenizas en la mezcla con 5% de C.A sus compuestos funcionan bien en términos de características físicas – mecánicas.

Concerniente al **objetivo específico 1**, que es establecer la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente; se realizó el ensayo Marshall, donde se obtuvo como resultado más favorable que al adicionar el 1.5 % de aceite de soya influye significativamente en las propiedades físicas de las mezclas asfálticas, cuando se emplea un contenido de cemento asfáltico de 6.5 %, reduciendo el peso específico y el V.LL.C.A., e incrementando los vacíos y el V.M.A. En tanto, Florez, Gómez y Cely (2018), en su investigación titulado "Caracterización física y reológica del asfalto modificado con aceite de coco", concluyo que las mezclas modificadas con el 5 y 10% de aceite de

coco se comporta de manera similar, teniendo valores G' idénticos en las temperaturas analizadas.

Con respecto al **objetivo específico 2**, que es establecer la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, se realizó el ensayo Marshall, donde se denotó que el 1.5 % de aceite de soya influye significativamente en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, cuando se emplea un contenido de cemento asfáltico de 6.5 %, incrementando el flujo, manteniendo la estabilidad y reduciendo la rigidez. Se encuentra una similitud con la investigación de Ortega (2021) titulado “Aceite de palma para la conservación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente expuestas a transportes prolongados en climas fríos, Huancayo 2020”, que menciona como resultado que la proporción óptima a considerar es la de 3.0%, ya que en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas muestra un mejor desempeño en términos de estabilidad, flujo y mantenimiento a la adhesión; del mismo modo se observó que la mezcla se puede procesar hasta 130° C, ya que presenta un impacto de manera positiva en el ámbito económico, ambiental y operativo en el rubro de la ingeniería de infraestructuras viales expuestas a un clima frío prolongado.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a todo lo anterior expuesto, se desprendió, que al realizar dos diseños de mezclas diferentes, uno que es la mezcla convencional y la otra que es el diseño de mezcla modificada con los diferentes porcentajes de aceite de soya, al realizar el Ensayo Marshall de acuerdo a la Norma MTC E 504, se obtuvo como resultado que la adición de aceite de soya en el diseño de mezcla presentan notables cambios en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente que influyen de manera significativa, ya que se halló resultados de propiedades que se encuentran dentro del rango de los requerimientos establecidos según el Manual de carreteras –EG 2013 y que influyen de manera positiva en las propiedades de la mezcla: sin embargo, hay propiedades que se encuentran fuera del rango de los requerimientos y esto hace que su influencia en la mezcla asfáltica sea de manera negativa.
2. En síntesis, se pretendió añadir el 1%, 1.5% y el 2% de aceite de soya en la mezcla; sin embargo, al realizar el ensayo Marshall, se denotó que el 1.5 % de aceite de soya, cuando se emplea un contenido de cemento asfáltico de 6.5 %, si influye significativamente en las propiedades físicas de las mezclas asfálticas, reduciendo el peso específico, incrementando los vacíos y V.M.A, finalmente, reduciendo los vacíos llenos de cemento asfáltico.
3. En conclusión, de acuerdo al ensayo Marshall realizado, se obtuvo que en comparación de la mezcla convencional y la mezcla modificada con el 1.5 % de aceite de soya cuando se emplea 6.5% de cemento asfáltico influye significativamente en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, puesto que se ha incrementado el flujo, manteniendo la estabilidad y reduciendo la rigidez.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que, si se desea incluir un nuevo material en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, se evalué previamente la calidad del nuevo material y de igual manera, se evalué si el nuevo material se debe de añadir en la proporción de los agregados o en la proporción del cemento asfáltico, ya que depende de eso ha de variar los resultados de las propiedades. Para tal caso, también se sugiere hacer nuevas investigaciones teniendo en consideración otro tipo de suelo, el clima y el tránsito.
2. Se recomienda hacer un nuevo estudio considerando también el filler en el diseño de mezcla, esto para evaluar si es que al agregar este material en el diseño de mezcla con 1.5% de aceite de soya permite aumentar la calidad de la mezcla mejorando sus propiedades físicas manteniendo los requerimientos dentro del rango establecido en la Norma del Manual de carreteras.
3. Se plantea, añadir en la mezcla asfáltica el 1.5% de aceite de soya cuando se emplea el cemento asfáltico de 6.5%, ya que por tratarse de un pavimento flexible si reacciona de manera positiva en sus propiedades; ya que la calidad de la mezcla asfáltica se basa más en las propiedades mecánicas.

REFERENCIAS

ACOSTA, Adriana. Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezclas asfálticas en caliente, empleando agregados pétreos del distrito Metropolitano de Quito. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2014.

Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7880>

ACOSTA, Debora, MOLL, Reynier y GONZÁLES, Grace. Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. Matanzas, 2017. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193955500005>

ISSN: 1990-8830

ADAUTO, Rosario. Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019.

Disponible en <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2505>

APAZA, Ciro. Deformación en las mezclas asfálticas y su consecuente deterioro en los pavimentos asfálticos en la ciudad de Juliaca – 2016. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017.

Disponible en <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1377>

Asphalts and modified dense bituminous mixtures with rubber of military boots por Diego Andrés Lozano [et al]. *DYNA* [en línea]. Enero – marzo 2020, Vol. 87, n.º 212. [Fecha de consulta: 13 de julio de 2021].

Disponible en <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.78135>

ISSN: 0012-7353

BOJORQUE, Jaime, FLORES, Cristian y VÁSQUEZ, Mario. Marshall parameters for quality control of hot mix asphalt after pavement construction. *Revista de la construcción* [en línea]. Abril 2019, Vol.18, n.º 1. [Fecha de consulta: 03 de julio de 2021].

Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v18n1/0718-915X-rconst-18-01-178.pdf>

ISSN 0718-915X

CAÑARÍ, Calixto. Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de fibras de polipropileno. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2488>

CASTRO, William, RONDÓN, Hugo y BARRERO, Juan. Evaluación de las propiedades reológicas y térmicas de un asfalto convencional y uno modificado con un desecho PEBD. *Revista Ingeniería* [en línea]. 2016, Vol. 21, n.º 1. [Fecha de consulta: 08 de julio de 2021].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v21n1/v21n1a01.pdf>

ISSN 0121-750X

Conoce cuáles son los nuevos materiales de construcción sostenibles para carreteras y edificios [en línea]. *Constructivo*, 2020. [Fecha de consulta: 03 de julio de 2021]. Disponible en <https://constructivo.com/noticia/conoce-cuales-son-los-nuevos-materiales-de-construccion-sostenibles-para-carreteras-y-edificios-1586874893>

DÁVILA, Magda y MAGALDI, Pedro. Efecto del aceite reciclado de cocina sobre las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente MD-19 (60-70). Tesis (Grado en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23400>

DELGADO, Cecilio y SOLANO, Silver. Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41898>

FLORES, Cristian y VÁSQUEZ, Mario. Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma. Tesis (Magíster en Ingeniería en Vialidad y Transportes).

Cuenca: Universidad de Cuenca, 2017.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28039>

FLOREZ, Javier, GÓMEZ, Sergio y CELY, Néstor. Caracterización física y reológica del asfalto modificado con aceite de coco. Tesis (Grado en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22422>

FORERO, Jessica, GARCÍA, Jhoys y MARTÍNEZ, María. Propiedades físicas, reológicas, y mecánicas de un cemento asfáltico 80/100 modificado por vía húmeda con adición de corcho. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad La Gran Colombia, 2015.

Disponible en <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/4421>

GONZÁLES, María y LUQUILLAS, Karla. Evaluación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente mejorada con fibra acrílica respecto a la mezcla asfáltica convencional. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2818>

GRANADOS, José. Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2017.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1572?show=full>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.^a ed. México: McGraw – Hill / Interamericana Editores, S.A., 2014 [Fecha de consulta 21 de julio de 2021]. Disponible en

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 9781456223960

INFLUENCIA de la cáscara y fibra de coco en mezclas asfálticas en caliente por Harold Castro Jerónimo [et al]. *Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación* [en línea]. Julio – diciembre 2020, Vol. 7, n.º 2. [Fecha de consulta 15 de julio de 2021]. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/347673367_Influencia_de_la_cascara_y_fibra_de_coco_en_mezclas_asfalticas_en_caliente

ISSN: 2313-1926

INFLUENCE of four non-conventional additives on the physical, rheological and thermal properties of an asphalt por Miguel Delgado Jojoa [et al]. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2018, Vol. 38, n.º 2. [Fecha de consulta: 05 de julio de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v38n2.68638>
ISSN 0120-5609

LAGLA, Marcelo. Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezclas asfálticas en caliente, empleando agregados pétreos de la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2014.

Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7881>

LOPERA, Conrado y CÓRDOBA, Jorge. Diseño de mezcla asfáltica tibia a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma. *Dyna* [en línea]. 2013, Vol. 80, n.º 179. [Fecha de consulta: 08 de agosto de 2021].

Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28196>
ISSN: 0012-7353

MAGUIÑA, Walther. Caucho reciclado de llantas en la mezcla de asfalto a compresión para mejorar las propiedades mecánicas. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019.

Disponible en <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2919>

MATTA, Jefferson y PÉREZ, José. Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfálticas en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote – Ancash 2019. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38752>

MEDINA, L., MUNIZ DE FARIAS, M. y RE CAREY, C. Rheological and mechanical evaluation of a polymer modified asphalt binder. *Revista ingeniería de construcción* [en línea]. Agosto 2020, Vol. 35, n.º 2. [Fecha de consulta: 11

de agosto de 2021].

Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000200170>

ISSN: 0718-5073

Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos. (2014). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Disponible en

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Manual de Carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. (2013). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)

Manual de Ensayo de Materiales. (2016). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Mechanical performance of HMA-2 modified with purified and unpurified carbon nanotubes and nanofibers por M. R. Rubio [et al]. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. Agosto 2017, Vol. 37, n.º 2. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092017000200099

ISSN: 0120-5609

ORTEGA, Wernher. Aceite de palma para la conservación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente expuestos a transportes prolongados en climas fríos, Huancayo. Tesis (Grado en Ingeniería Civil).

Huancayo: Universidad Continental, 2021.

Disponible en <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9211>

PATIÑO, Neidy, REYES, Oscar y CAMACHO, Javier. Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%. *Tecnura* [en línea]. Enero – marzo 2015, Vol.19 n.º 43. [Fecha de consulta: 09 de julio de 2021].

Disponible en <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a05>
ISSN: 2248-7638

PEÑA, Juan. Desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas volantes provenientes de la termoeléctrica de Ilo. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. Disponible en <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2490>

PEÑA, Nataly. Comportamiento mecánico y dinámico de mezclas abiertas modificadas con fibras. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/10654/17804>.

PONCE, Carolay y VILLA, César. Análisis comparativo de características y propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente adicionada con fibras de polipropileno respecto a una mezcla asfáltica en caliente convencional, empleando los agregados de la cantera: La Poderosa de la Provincia de Arequipa, Arequipa – Perú. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2020. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10429>

RAMÍREZ, Marco. Evolución de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la Cantera San Martín con cemento asfáltico PEN 60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP. Tesis (Magíster en Transportes y Conservación Vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. Disponible en <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2528>

REYES, Gustavo. Comportamiento físico-mecánico de mezclas asfálticas en caliente en el distrito de Mazamari, provincia de Satipo. Tesis (Grado en

Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2020.

Disponible en <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2054>

RONDÓN, Hugo y FERNÁNDEZ, Wilmar. Mechanical resistance of a chemically-modified warm mix asphalt. *Tecnura* [en línea]. Diciembre 2014, Vol 18, n.º spe. [Fecha de consulta: 23 de julio de 2021]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2014000500010

ISSN: 0123-921X

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. Lima: Bussiness Support Aneth S.R.L., junio 2018. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

ISBN: 9786124735141

SEGURA, ANLLY. Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas; con materiales reutilizables en la construcción como escoria de acero. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016.

Disponible en <http://hdl.handle.net/10983/15079>

STUDY of warm mix asphalt with super stabilized emulsion por López C. [et al]. *Revista ingeniería de construcción* [en línea]. Abril 2017, Vol. 32, n.º 1. [Fecha de consulta: 22 de julio de 2021].

Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000100006>

ISSN: 0718-5073

VELÁZQUEZ, Manuel. Manual del Asfalto: The Asphalt Institute. España: URMO S.A. 1973.

Rheological characterization of asphalt binders used in strain relief asphalt mixtures (SRAM)¹ por Kamilla Vasconcelos [et al]. *Dyna* [en línea]. Marzo 2017, Vol. 84, n.º 200. [Fecha de consulta: 05 de julio de 2021].

Disponible en <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n200.56966>

ISSN: 0012-7353

VÁSQUEZ, War. Manual del estudiante: Metodología de la investigación [en línea]. Perú: Bussiness Support Aneth S.R.L., 2020. [Fecha de consulta: 23 de julio de 2021].

Disponible en <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n200.56966>

ISSN: 0012-7353

YEPES, V. Evolución histórica de la fabricación de mezclas bituminosas. [Mensaje en un blob]. 17 de abril del 2014.

Disponible en <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/04/17/evolucion-historica-de-la-fabricacion-de-mezclas-bituminosas/>

ANEXOS

ANEXO 1.

Matriz de consistencia y operacionalización de variables.

Tabla 56: Matriz de consistencia.

TITULO: Análisis de las propiedades de mezclas asfálticas en caliente con adición de aceite de soya con las normas MTC - 2022						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
<p>Problema General: ¿En qué medida influye la adición de aceite de soya en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente?</p> <p>Problemas Específicos: ¿De qué manera influye la adición de aceite de soya en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente? ¿De qué manera influye la adición de aceite de soya en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente?.</p>	<p>Objetivo General: Determinar la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente.</p> <p>Objetivos Específicos: Establecer la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente. Establecer la influencia de la adición de aceite de soya en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>Hipótesis General: La adición de aceite de soya influye de manera significativa en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente.</p> <p>Hipótesis Específica: La adición de aceite de soya influye de manera significativa en las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente. La adición de aceite de soya influye de manera significativa en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.</p>	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	<p>Tipo de estudio: Aplica</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Población: Briquetas de mezcla asfalto en caliente de muestra patrón y briquetas con los diferentes porcentajes de adición de aceite de soya.</p> <p>Muestreo: No probabilístico</p> <p>Muestra: 60 briquetas</p>
			Adición de aceite de soya	Proporción	Adición del 1.0% aceite de soya	
					Adición del 1.5% aceite de soya	
					Adición del 2.0% aceite de soya	
			Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	
			Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente	Físicas	Peso Específico	
Porcentaje de Vacíos						
V.M.A.						
Mecánicas	V.LL.C.A.					
	Flujo					
		Estabilidad				
		Estabilidad / Flujo				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Matriz de operacionalización de variables.

TITULO: Análisis de propiedades de mezclas asfálticas en caliente con adición de aceite de soya de acuerdo las normas MTC – 2022.					
VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente	Este aceite también se aplica en la industria química, ya que beneficia el grado de instauración que convierte el efecto de secado en resina alquídica, materia prima para la producción de pinturas (Loza y Parra, 2012, p. 6).	Se usara el 1.0%, 1.5% y 2% de aceite de soya en el diseño de mezcla asfáltica y se analizará la influencia que tiene en las propiedades de las mismas (Fuente propia).	Proporción	Adición de 1.0% aceite de soya	Razón
Adición de Aceite de Soya				Adición de 1.5% aceite de soya	
				Adición de 2.0% aceite de soya	
Variable Dependiente	En la mezcla que se incorpora diferentes materiales nuevos (termoplásticas, polímeros, entre otros) en su diseño, pueden ser incorporadas por vías seca o húmeda; esta adición permitirá incrementar las características mecánicas de la mezcla tradicional (Forero, García y Martínez, 2015, p.12).	Esta variable será medida mediante los ensayos Marshall, en este ensayo se realizará una muestra como patrón y otras 4 muestras con diferentes porcentajes de aceite de soya. Para ver si influye positiva o negativamente en la mezcla (Fuente propia).	Físicas	Peso Específico	Razón
Propiedades de mezcla Asfáltica en caliente				Porcentaje de vacíos	
				V.M.A.	
			V.LL.C.A.		
			Mecánicas	Flujo	Razón
				Estabilidad	
	Estabilidad / Flujo				

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 58: Matriz de consistencia del diseño de ejecución.

MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL DISEÑO DE EJECUCIÓN			
TIPO DE INVESTIGACIÓN	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
<p>El siguiente estudio es de tipo aplicada, porque se formula una hipótesis de trabajo para solucionar los problemas que surgen en la vida productiva de una sociedad. También se le conoce como tecnológico porque no es producto de conocimiento puro sino un producto de la tecnología (Esteban, 2018, p. 3).</p>	<p>En esta investigación se hace uso del diseño Experimental, porque emplea libremente una o más variables independientes para observar su efecto sobre más de una variable dependiente, los individuos no se dividen al azar en grupos o parejas, sino que estos son formados antes del experimento (Vásquez, 2020, p. 25).</p>	<p>En la presente investigación se tendrá como población y muestra las briquetas de mezcla de asfalto en caliente, en la cual se tomó diferentes ensayos adicionando los diferentes porcentajes (1.0%, 1.5% y 2%) de adición de aceite de soya en la mezcla de asfalto convencional. Para esto se consideró un total de 60 briquetas.</p>	<p>Se hizo uso de la técnica de la observación, ya que se ha considerado la preparación de ensayos del asfalto. Se empezó con la preparación del diseño de una mezcla convencional donde se indicó las propiedades optimas del asfalto, se usaron las fichas de información inicial como instrumento de recolección de datos, ya que para dar inicio a la investigación se tenía que tomar en cuenta los parámetros que están indicados tanto en las normas internacionales como nacionales. Para esta investigación se tomarán los principios de calidad como validez, y para la confiabilidad, se verificó que cada instrumento que utilizaron en los respectivos ensayos hayan estado calibrados, certificados y acreditados por un ente.</p>

Fuente: *Elaboración propia.*

ANEXO 2.

Tablas de diseño de mezcla y de requerimientos de acuerdo a la Norma MTC

ANEXO 2.1. Tablas de proporciones de agregados para el diseño de mezcla.

Tabla 59. *Proporciones requeridas de los agregados.*

AGREGADO	% Agregado	Peso agregado gr.
Grueso	30	348.00
Fino	70	812.00
	TOTAL Gr.	1160.00

Fuente 1. Fuente Laboratorio de suelos JCH S.A.C

Tabla 60. *Proporciones requeridas del asfalto.*

PESO DEL AGREGADO	% ASFALTO	Peso asfalto Gr.	Cantidad de briquetas	Peso asfalto Total
1160 gr.	4.5	52.2	12	626.4
	5	58	12	696
	5.5	63.8	12	765.6
	6	69.6	12	835.2
	6.5	75.4	12	904.8
		TOTAL	60	3828
			Redondear a gr.	4000

Fuente. Laboratorio de suelos JCH S.A.C.

Tabla 61. *Proporciones requeridas de aceite de soya.*

PESO ASFALTO	% ACEITE DE SOYA	Peso aceite de soya Gr.	Cantidad de briquetas	Peso aceite de soya Total
1000 gr.	1	10	15	150
	1.5	15	15	225
	2	20	15	300
		TOTAL	45	675
			Redondear en Gr.	700

Fuente 2. Laboratorio de suelos JCH S.A.C.

ANEXO 3.2. Tablas de requerimientos de acuerdo a la Norma MTC.

Tabla 62: *Requerimientos para los agregados gruesos.*

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	> 3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18 % máx.	15 % máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40 % máx.	35 % máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 % mín.	35 % mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10 % máx.	10 % máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0 % máx.	1,0 % máx.

* Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla según lo señalado en la Subsección 430.02.
- La notación “85/50” indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas,

Fuente: Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG-2013).

Tabla 63: *Requerimientos para los agregados finos.*

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°. 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18 % máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°. 200)	MTC E 111	4 % máx.	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Absorción **	MTC E 205	0,5% máx.	0,5 % máx.

** Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla, Subsección 430.02.

Fuente: Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG-2013).

Tabla 64: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado.	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8 – 14	8 – 16	8 – 20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 – 5	3 – 5	3 – 5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3
Relación Estabilidad / flujo (kg/cm) (3)	1.700 – 4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		
<p>(1) A la fecha se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.</p> <p>(2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0,075 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.</p> <p>(3) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Est. / flujo sea de la menor magnitud posible.</p> <p>(4) El Índice de Compactibilidad mínimo será 5.</p> <p>El Índice de Compactibilidad se define como: $\frac{1}{\text{GEB } 50 - \text{GEB } 5}$</p> <p>Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.</p>			

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Tabla 65: Requisitos de adherencia.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+ 95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+ 95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 mín.
<p>* mayor a 3000 msnm y zonas húmedas ó lluviosas</p> <p>** grado inicial de desprendimiento</p>			

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Tabla 66: Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC).

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80 – 100	100	
12,5 mm (1/2")	67 – 85	80 – 100	
9,5 mm (3/8")	60 – 77	70 – 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 – 54	51 – 68	65 – 87
2,00 mm (N° 10)	29 – 45	38 – 52	43 – 61
425 µm (N° 40)	14 – 25	17 – 28	16 – 29
180 µm (N° 80)	8 – 17	8 – 17	9 – 19
75 µm (N° 200)	4 – 8	4 – 8	5 – 10

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

ANEXO 3.

Panel fotográfico.

ANEXO 3.1. Proceso de secado de material.

Previamente a realizar el diseño de mezcla, los agregados se proceden a poner en el horno a 110° de temperatura constante por un periodo no mayor a 24 horas para reducir la humedad de los agregados.



ANEXO 3.2. Calentamiento de los moldes.

De igual manera, antes de ser usados los moldes, tienen que estar previamente calentados en el horno a una temperatura de 110°.



ANEXO 3.2. Pesaje de materiales.

Se procede a pesar en diferentes recipientes la cantidad necesaria de agregados para realizar el diseño de mezcla.



De igual manera sucede con el cemento asfáltico, se distribuye en recipientes las cantidades necesarias para el diseño de mezcla.



Lo mismo sucede con el aditivo que se ha de adicionar en el diseño de mezcla, en este caso el aceite de soya, se distribuye los porcentajes necesarios a utilizar en el diseño de mezcla modificado.



ANEXO 3.3. Mezcla de asfalto y aditivo.

Se procede a pesar el asfalto y de a pocos se va agregando el porcentaje de aceite de soya hasta completar el peso obtenido en el cálculo para el diseño de mezcla modificado.



De acuerdo a la Norma MTC E 504, indica que antes de realizar las muestras primero se calienta el cemento asfáltico para así producir viscosidad para el mezclado y compactado.

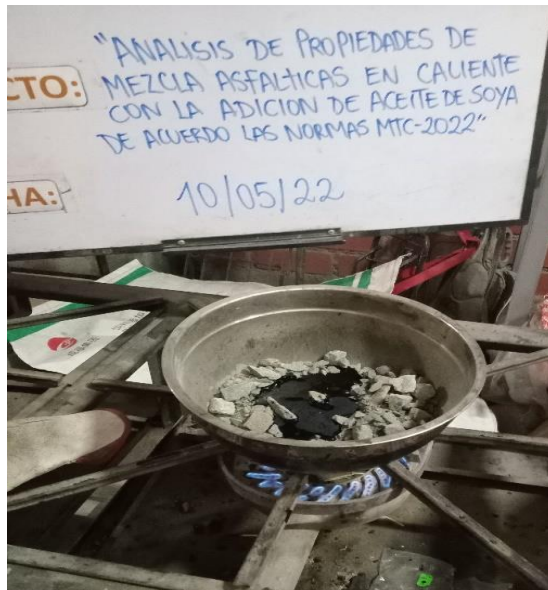


ANEXO 3.4. Preparación de la mezcla.

En un recipiente se echa el agregado caliente y se procede a pesar, luego se forma un hoyo en el agregado para luego con una cuchara ir agregando el material bituminoso, hasta completar el peso obtenido en los cálculos del diseño de mezcla.



Luego de juntar los materiales, se procede a poner en la hornilla a una temperatura moderada sin exceder los 28°C, para luego mezclar los agregados y el material bituminoso.



Mezclar los materiales, rápidamente hasta cubrir totalmente por un tiempo determinado entre 60 a 120 segundos de acuerdo al diseño de mezcla que se va a realizar.



Al juntar los materiales, se tiene que obtener una mezcla uniforme como se muestra en la siguiente fotografía.

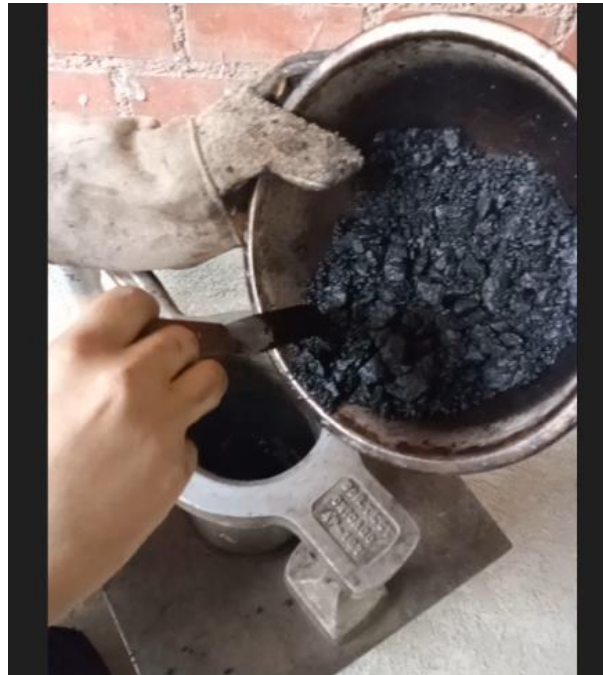


ANEXO 3.5. Preparación de las muestras.

Los moldes para hacer las muestras tienen que estar previamente calentadas y limpias, y antes de proceder a echar la mezcla se tiene que colocar un molde de papel en la base.



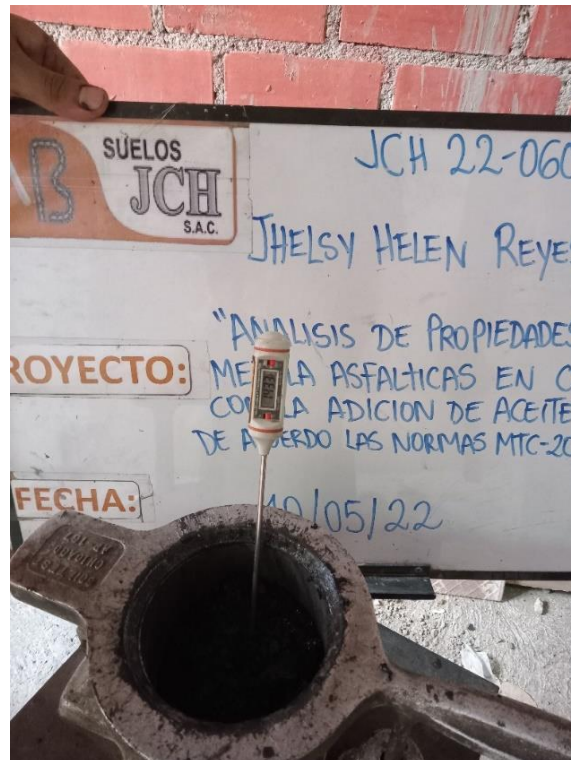
Luego de colocar el molde de papel, se coloca toda la mezcla en el molde.



Una vez que la mezcla ya esté en el molde, se procede a chusear la mezcla con una espátula, de acuerdo a la norma MTC E 504, indica que debe de ser chuseada 15 veces alrededor del molde y 10 veces en el interior, luego de eso se vuelve a colocar otro molde de papel en la parte superior de la mezcla.



Antes de realizar la compactación, se toma la temperatura de la mezcla, esta temperatura debe estar dentro de los límites indicados en la norma MTC E 504.



Se coloca el molde en el pedestal de compactación, y se pone el sujetador para luego aplicar los golpes con el martillo.



Con el martillo se procede aplicar los 75 golpes para la compactación, la cantidad de golpes dependerá del tipo de mezcla que se va a realizar.



Se voltea el molde y se vuelve a sujetar para, para luego dar los 75 golpes en la cara reversa de la muestra.



ANEXO 3.6. Ensayo Marshall.

Para realizar el ensayo de estabilidad y flujo se hizo uso del aparato Marshall, previamente calibrado.



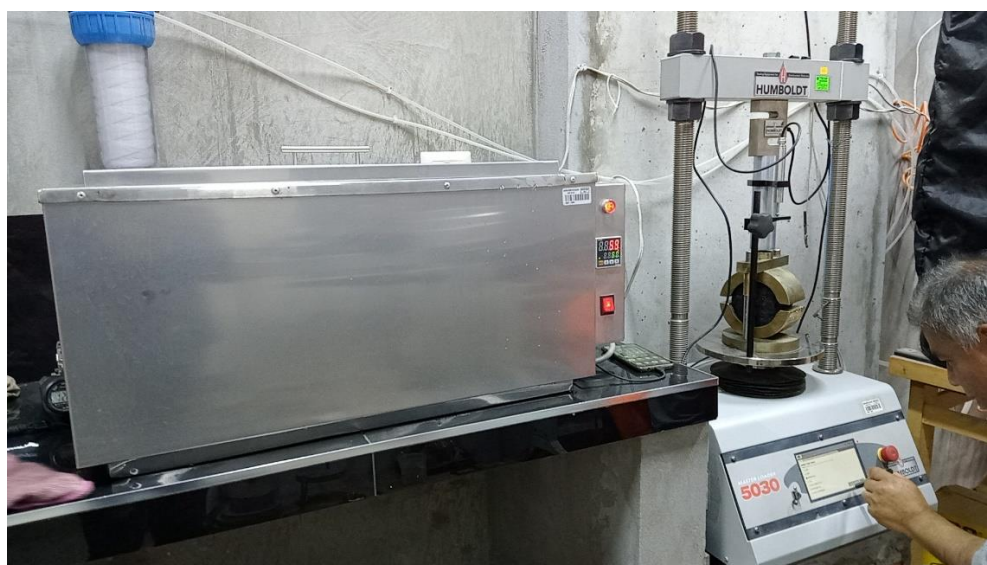
Luego de pasar más de 24 horas de la compactación, se pone las muestras en un horno a baño María, por no más de 30 segundos.



Luego de sacar la muestra del horno, con una toalla se seca el excedente de agua y se coloca la muestra en el cabezal antes de proceder a realizar el ensayo.



Se coloca el conjunto completo en el aparato Marshall. El técnico capacitado, procede a realizar el ensayo, anotar y registrar los datos obtenidos.



Antes de continuar con la siguiente muestra se limpia el interior del cabezal y se realiza el mismo procedimiento con las demás muestras.



Se realiza este procedimiento del ensayo tanto para las muestras patrón y las muestras modificadas.



ANEXO 4.

Certificado de validez y confiabilidad de los instrumentos.



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2021
Fecha de Emisión : 2021-08-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-08-16

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

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

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

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

3. Método de Calibración

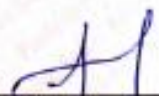
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOP.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-08.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,2	19,8
Humedad Relativa	78,3	79,2

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 999,0 g para una carga de 4 000,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

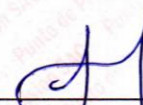
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,0 g			Carga L2= 4 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
2	2 000,1	0,06	0,09	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,07	-0,02
6	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,06	-0,01
7	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,09	-0,04
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,07	-0,02
10	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
Diferencia Máxima			0,13	0,03		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



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



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,0	1,0	0,08	-0,03	1 300,0	1 300,0	0,07	-0,02	0,01
2		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,07	-0,02	0,02
3		1,0	0,06	-0,01		1 300,1	0,06	0,09	0,10
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,08	-0,03	0,01
5		1,0	0,08	-0,03		1 299,9	0,09	-0,14	-0,11

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,06	-0,01	0,01	5,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
50,00	50,0	0,08	-0,03	-0,01	50,0	0,09	-0,04	-0,02	0,1
100,00	100,1	0,09	0,06	0,08	100,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	0,01	700,0	0,09	-0,04	-0,02	0,2
1 000,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,09	2 000,1	0,06	0,09	0,11	0,2
3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3
4 000,00	4 000,0	0,09	-0,04	-0,02	4 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,70 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,65 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,12 \times 10^{-9} \times R^2}$$

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

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00133220

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 025777-2021/DSD - INDECOPI de fecha 16 de septiembre de 2021, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LAB SUELOS JCH S.A.C. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0905566-2021

Tiular : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 16 de septiembre de 2031

Tomo : 0667

Folio : 034



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

<https://verlines.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **124wmpd3gv**

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

041-CT-T-2021

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 038-A-01-2021

Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : Av. Próceces de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú

Equipo/ Instrumento : HORNO

Marca : A&A INSTRUMENTS

Modelo : STHX-2A

Serie : 190546

Identificación : HOR-002 (*)

Ubicación : Área de Químicos

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Natural

Nro. de Niveles : 4

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

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

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los juicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Especificaciones de los instrumentos del equipo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de calibración : Del 2021-02-09 al 2021-02-10

Lugar : Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Av. Próceces de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú

Método utilizado : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOP (Segunda Edición) - Junio 2009.



2021-02-16
Fecha de emisión

Angel G. Alvarez Navarro
Angel G. Alvarez Navarro
Jefe de Metrología

Mirían A. Velasco Navarro
Mirían A. Velasco Navarro
Gerente General

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	31,5	32,8
Humedad Relativa %hr	44	40

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce tempopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,16 °C .	184-CT-T-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,3 °C / 3,3 %hr	T-1911-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,003 s a 0,03 s	T's-0100-2020
Patrones de Referencia METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0130-2020
Patrones de Referencia a UNIMETRO	Multímetro Digital SANWA CD711	CE-110-2020

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 00781-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento / enfriamiento y estabilización de 2 h
- La calibración se realizó con 60% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con muestra
- El esquema de distribución y posición de los tempopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 60,97 °C
La máxima temperatura detectada fue 63,99 °C y la mínima temperatura detectada fue 57,57 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,16 °C
La máxima temperatura detectada fue 114,54 °C y la mínima temperatura detectada fue 106,43 °C



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,09	61,63	60,47	60,03	61,36	59,12	63,12	61,62	59,07	60,88	60,84	4,05
02	60,0	60,94	61,33	60,26	59,78	61,06	58,47	62,52	61,27	58,67	59,68	60,40	4,05
04	60,0	60,68	61,08	60,11	59,63	60,96	58,27	61,97	60,87	58,32	59,13	60,10	3,70
06	60,0	60,63	61,08	60,11	59,58	61,21	59,77	61,92	60,67	58,37	59,78	60,31	3,55
08	60,0	60,88	61,48	60,62	59,88	61,81	62,37	62,32	60,97	59,07	61,74	61,11	3,30
10	60,0	61,14	61,98	60,92	60,18	62,11	62,42	63,07	61,37	59,72	63,29	61,62	3,56
12	60,0	61,44	62,18	61,12	60,38	62,26	61,97	63,67	61,92	60,08	63,99	61,90	3,91
14	60,0	61,44	62,18	61,02	60,43	62,11	60,92	63,87	62,12	59,98	63,29	61,73	3,89
16	60,0	61,29	62,03	60,82	60,28	61,71	59,92	63,67	61,87	59,62	62,24	61,34	4,04
18	60,0	61,19	61,73	60,62	60,18	61,46	59,02	63,17	61,77	59,17	61,04	60,93	4,15
20	60,0	60,94	61,38	60,26	59,83	61,01	58,52	62,47	61,37	58,77	59,78	60,43	3,95
22	60,0	60,68	61,08	60,06	59,63	60,90	58,52	62,02	60,97	58,37	58,98	60,12	3,65
24	60,0	60,68	61,13	60,16	59,68	61,21	59,32	61,87	60,82	58,52	59,58	60,30	3,35
26	60,0	60,88	61,38	60,57	59,88	61,81	60,87	62,27	60,97	58,92	61,34	60,89	3,35
28	60,0	61,14	61,88	60,97	60,23	62,16	62,67	62,97	61,42	59,62	63,24	61,63	3,61
30	60,0	61,39	62,23	61,17	60,43	62,36	62,92	63,62	61,97	60,13	63,89	62,01	3,76
32	60,0	61,44	62,28	61,07	60,43	62,16	61,32	63,87	62,07	60,08	63,54	61,82	3,79
34	60,0	61,39	62,08	60,92	60,38	61,81	60,27	63,72	61,97	59,87	62,44	61,48	3,84
36	60,0	61,24	61,78	60,67	60,18	61,51	59,27	63,32	61,82	59,37	61,29	61,04	4,05
38	60,0	61,09	61,48	60,42	59,88	61,16	58,62	62,62	61,42	58,87	60,08	60,56	4,00
40	60,0	60,83	61,18	60,16	59,68	61,01	57,57	62,07	61,02	58,52	59,23	60,13	4,50
42	60,0	60,73	61,13	60,16	59,63	61,16	59,02	61,92	60,82	58,52	59,48	60,26	3,40
44	60,0	60,88	61,33	60,52	59,78	61,76	60,77	62,17	60,92	58,92	61,04	60,81	3,25
46	60,0	61,14	61,78	60,92	60,13	62,21	61,92	62,87	61,32	59,67	62,84	61,48	3,19
48	60,0	61,39	62,18	61,12	60,38	62,26	61,67	63,47	61,87	60,03	63,74	61,81	3,71
50	60,0	61,49	62,23	61,12	60,43	62,06	61,47	63,72	62,12	59,93	63,24	61,78	3,79
52	60,0	61,29	61,98	60,87	60,28	61,76	60,37	63,62	61,97	59,67	62,19	61,40	3,94
54	60,0	61,19	61,68	60,62	60,08	61,41	59,22	63,22	61,77	59,27	60,93	60,94	4,00
56	60,0	61,09	61,48	60,42	59,93	61,16	58,87	62,67	61,52	58,92	59,88	60,59	3,80
58	60,0	60,83	61,18	60,16	59,68	60,96	58,12	62,02	61,07	58,47	58,98	60,15	3,90
60	60,0	60,68	61,08	60,16	59,68	61,06	58,92	61,82	60,87	58,42	59,23	60,19	3,40
T. PROM	60,0	61,07	61,63	60,60	60,02	61,58	60,08	62,82	61,44	59,19	61,29	60,97	
T. MAX	60,0	61,49	62,28	61,17	60,43	62,36	62,92	63,87	62,12	60,13	63,99		
T. MIN	60,0	60,63	61,08	60,06	59,58	60,90	57,57	61,82	60,67	58,32	58,98		
DTT	0,0	0,86	1,20	1,11	0,85	1,46	5,35	2,05	1,45	1,81	5,01		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,99	0,25
Mínima Temperatura Medida	57,57	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,35	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,63	0,22
Estabilidad Medida (±)	2,675	0,020
Uniformidad Medida	4,50	0,53

- 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 en 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 está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

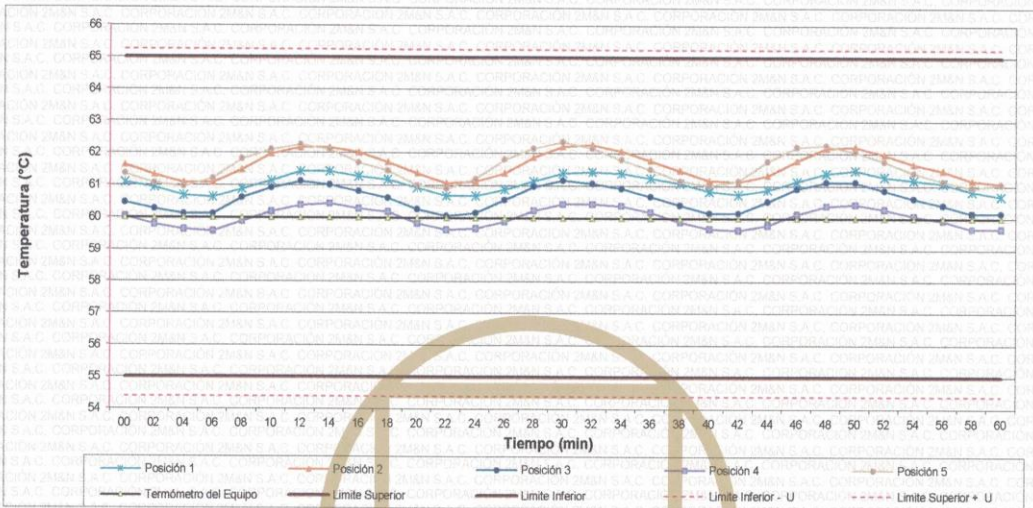
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

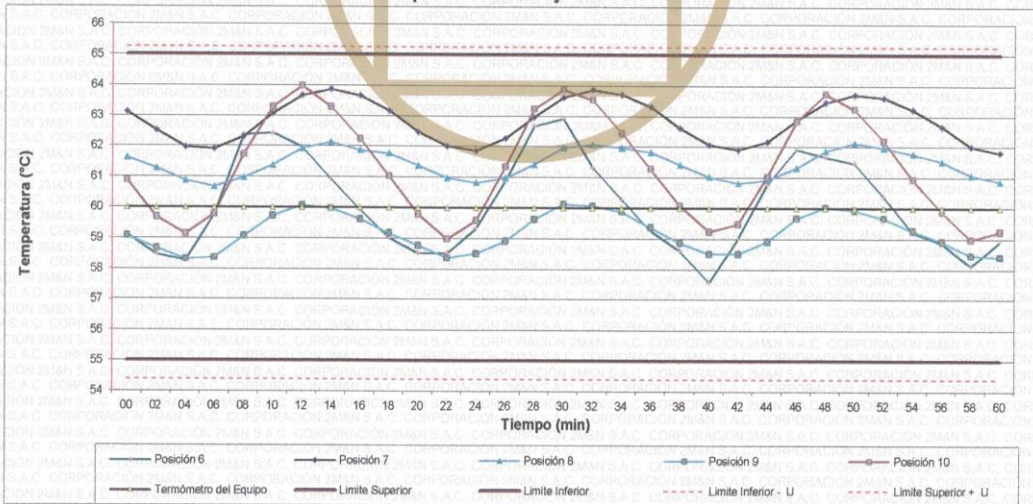
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	107,82	110,11	107,97	108,73	109,01	110,00	113,07	107,97	106,78	111,26	109,07	6,33
02	110,0	107,57	109,86	107,82	108,54	109,16	110,64	112,53	107,63	106,43	111,70	108,99	6,09
04	110,0	107,53	109,33	107,62	108,44	109,60	113,20	112,43	107,48	106,58	112,97	109,32	6,76
06	110,0	108,21	109,52	108,51	106,98	110,83	113,24	113,07	107,77	107,07	113,70	109,89	6,72
08	110,0	109,24	110,65	110,12	107,97	112,25	113,54	114,05	108,26	108,06	113,55	110,77	6,08
10	110,0	110,16	111,67	110,71	108,75	112,69	113,64	114,15	108,90	108,89	113,45	111,30	5,39
12	110,0	110,51	111,97	110,51	108,90	112,44	113,44	114,54	109,24	109,09	113,26	111,39	5,64
14	110,0	110,31	111,67	109,78	108,80	111,66	113,10	114,34	109,19	108,79	113,16	111,08	5,55
16	110,0	109,58	110,89	108,85	108,06	110,63	111,52	114,29	108,80	108,11	113,11	110,39	6,23
18	110,0	108,75	110,26	108,41	107,38	109,70	110,59	114,20	108,46	107,42	111,65	109,68	6,82
20	110,0	108,11	109,96	108,02	108,93	109,40	110,34	113,26	108,07	106,88	111,35	109,23	6,39
22	110,0	107,92	109,52	108,02	108,73	109,60	111,18	112,77	107,77	106,63	111,79	109,19	6,14
24	110,0	108,06	109,42	108,11	106,88	110,33	113,69	112,97	107,92	106,88	113,50	109,78	6,81
26	110,0	108,70	110,16	109,34	107,38	111,46	113,59	113,56	108,07	107,52	113,60	110,34	6,23
28	110,0	109,58	110,89	110,17	108,21	112,40	113,44	113,95	108,66	108,40	113,99	110,97	5,78
30	110,0	110,21	111,53	110,37	108,75	112,49	113,20	114,44	109,05	108,94	113,60	111,26	5,69
32	110,0	110,36	111,77	110,02	108,85	111,95	113,05	114,10	109,15	108,79	113,55	111,16	5,30
34	110,0	109,87	111,18	109,24	108,36	111,17	112,11	113,85	108,85	108,35	113,06	110,61	5,50
36	110,0	109,09	110,50	108,60	107,77	109,94	110,84	113,61	108,66	107,71	112,28	109,90	5,89
38	110,0	108,26	110,26	108,21	107,08	109,40	110,29	113,61	108,21	107,02	111,45	109,38	6,58
40	110,0	107,82	110,26	107,97	106,78	109,30	110,54	112,92	107,87	106,63	111,50	109,16	6,29
42	110,0	107,82	109,96	108,07	106,73	109,70	111,72	112,57	107,63	106,53	112,14	109,29	6,04
44	110,0	107,97	109,86	108,31	108,83	110,19	113,34	112,82	107,68	106,73	113,21	109,69	6,62
46	110,0	108,45	110,21	109,24	107,23	111,17	113,64	113,36	108,02	107,27	113,65	110,22	6,42
48	110,0	109,38	110,84	110,12	107,92	111,90	114,03	114,25	108,46	108,06	113,75	110,87	6,33
50	110,0	109,87	111,23	110,22	108,51	112,20	113,69	114,34	108,80	108,55	113,55	111,10	5,84
52	110,0	110,11	111,72	110,02	108,56	111,95	112,85	114,39	109,15	108,65	113,55	111,10	5,83
54	110,0	109,82	111,28	109,34	108,36	111,32	112,65	114,29	108,85	108,35	113,26	110,75	5,94
56	110,0	109,19	110,60	108,85	107,92	110,43	111,33	114,29	108,61	107,76	112,72	110,17	6,53
58	110,0	108,45	110,99	108,36	107,42	109,94	110,74	113,90	108,21	107,22	112,04	109,73	6,68
60	110,0	107,82	111,33	107,97	108,98	109,35	110,39	113,11	107,92	106,83	111,65	109,34	6,29
T. PROM	110,0	108,92	110,63	109,00	107,64	110,76	112,24	113,65	108,36	107,64	112,81	110,16	
T. MAX	110,0	110,51	111,97	110,71	108,90	112,69	114,03	114,54	109,24	109,09	113,99		
T. MIN	110,0	107,53	109,33	107,62	108,44	109,01	110,00	112,43	107,48	106,43	111,26		
DTT	0,0	2,98	2,64	3,09	2,46	3,68	4,03	2,11	1,76	2,66	2,73		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,54	0,40
Mínima Temperatura Medida	106,43	0,34
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,03	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,01	0,23
Estabilidad Medida (±)	2,015	0,02
Uniformidad Medida	6,82	0,25

- 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 en 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 está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

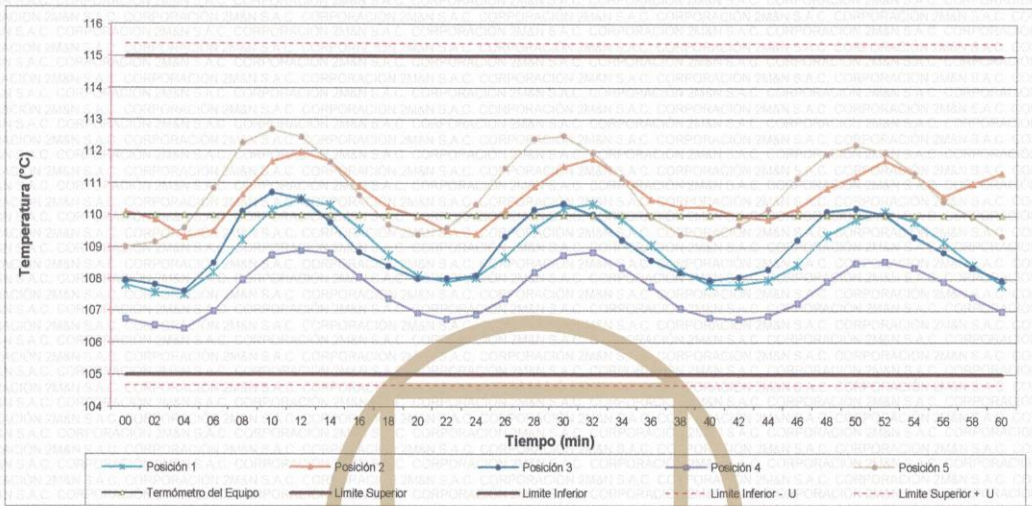
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

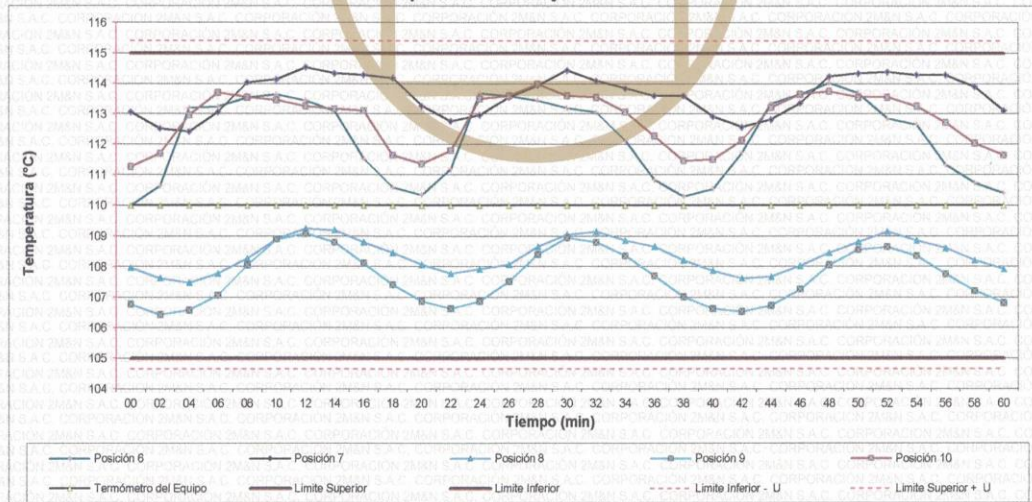
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 00781-A

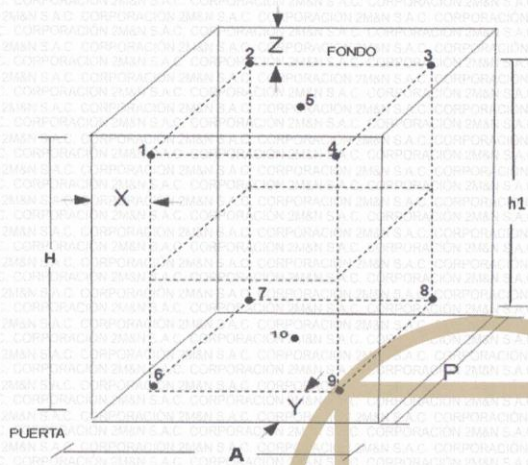
Cód. FT-T-03 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 50,0 cm

P= 50,0 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,0 cm

Y= 5,0 cm

Z= 7,0 cm

Distancias entre planos

h1= 39 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de parrilla superior desde la base interna: 42,0 cm por encima de la base.
- Distancia de parrilla inferior desde la base interna: 11,5 cm por encima de la base.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 7,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.


Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 5.

Anexo 5.1. Certificado de los ensayos de los agregados.

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - NTP 339.129**

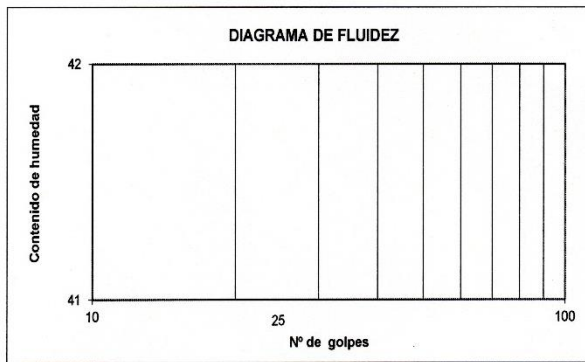
INFORME N° : JCH 22-060
SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZÁN
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022
UBICACIÓN : LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : Dorita
Calicata : -
Muestra : Arena
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 26/04/22
Fecha de Ejecución : 03/05/22
Fecha de Emisión : 17/05/22

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 193667



FORMULARIO

Código : D-04

Revisión : 1

Fecha : -

Página : 3-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

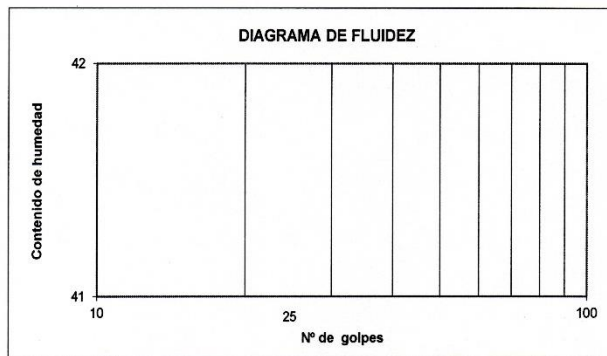
ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - NTP 339.129

INFORME N° : JCH 22-060
SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZÁN
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022
UBICACIÓN : LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : Dorita
Calicata : -
Muestra : Arena
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 26/04/22
Fecha de Ejecución : 03/05/22
Fecha de Emisión : 17/05/22

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gf)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°200


Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

Equipos Usados
- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE



JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - NTP 339.129**

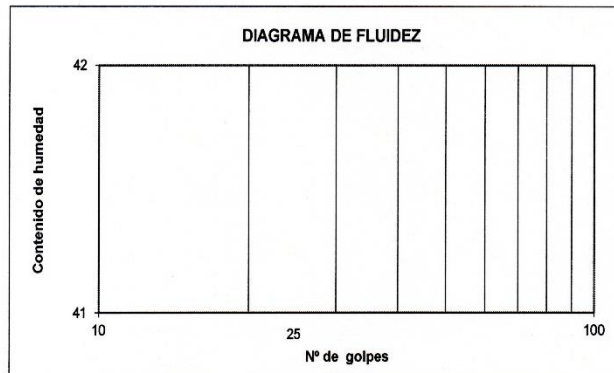
INFORME N° : JCH 22-060
SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZÁN
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022
UBICACIÓN : LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : Dorita
Calicata : -
Muestra : Arena
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 26/04/22
Fecha de Ejecución : 03/05/22
Fecha de Emisión : 17/05/22

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°200

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH


Jean Chavez R.
 Ing. Suelos, Asfalto y Concreto

Equipos Usados
 - Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE




**JAVIER FRANCISCO
JULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193687



FORMATO
ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA

Código	Q1-Q2-Q3
Revisión	1
Fecha	-
Página	1 de 1

Informe : JCH 22-060
Solicitante : JHELSEY HELEN REYES BAZÁN
Proyecto : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022
Ubicación : Lima
Fecha : Mayo del 2022

Datos de la muestra
Calicata : - **Fecha de Recepción** : 25/04/2022
Muestra : Fino **Fecha de Ejecución** : 28/04/2022
Profundidad (mts) : -
Cantera : -

SALES SOLUBLES TOTALES	1260 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	0,126 %

Ejecutado Por : R. Triviño

OBSERVACIONES:


- * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- * ---
- * --

Equipos Usados	Fecha Calibración
Bal-T4J4001-N°1	Enero.-2020
Bal-PX224/E-N°4	Enero.-2020
Hor-01-JCH	Enero.-2020
Ph-01-JCH	Junio.-2020
DH-WF21.P03 (Mufla)	Junio.-2020

Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIV. N° 193867

	FORMATO	Código	Q1-Q2-Q3
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Informe : JCH 22-060

Solicitante : JHELSE HELEN REYES BAZÁN

Proyecto : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022

Ubicación : Lima

Fecha : Mayo del 2022

Datos de la muestra

Calicata : - **Fecha de Recepción :** 25/04/2022

Muestra : Grueso **Fecha de Ejecución :** 28/04/2022

Profundidad (mts) : -

Cantera : -


SALES SOLUBLES TOTALES	750 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	0,075 %

Ejecutado Por : R. Triviño

OBSERVACIONES:

- * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- * ---
- * --

Equipos Usados	Fecha Calibración
Bal-T4J4001-N°1	Enero.-2020
Bal-PX224/E-N°4	Enero.-2020
Hor-01-JCH	Enero.-2020
Ph-01-JCH	Junio.-2020
DH-WF21.P03 (Mufla)	Junio.-2020


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 193687



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código formulario	---
Revisión	1
Fecha	---
Página	1 de 1

SOLICITANTE JHELSEY HELEN REYES BAZÁN
PROYECTO Tesis "Análisis de Propiedades de Mezclas Asfálticas en Caliente con la Adición de aceite de Soya de acuerdo a Normas MTC - 2022"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"		Cant. Dorita - Arena chancada								RESULTADO DE MEZCLA	
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76,200												
2 1/2"	63,500												
2"	50,800												
1 1/2"	38,100												
1"	25,400												
3/4"	19,050			100,0									100,0
1/2"	12,700	27,9	72,1									8,4	91,6
3/8"	9,525	24,0	48,1			100,0						7,2	84,4
1/4"	6,350	35,1	13,1	4,5	95,5							13,6	70,8
Nº 4	4,760	11,0	2,1	8,5	87,0							9,3	61,5
Nº 6	3,360	1,0	1,0	11,2	75,7							8,2	53,3
Nº 8	2,380	1,0	0,0	7,5	68,2							5,6	47,7
Nº 10	2,000			10,7	57,5							7,4	40,3
Nº 16	1,190			8,7	48,8							6,1	34,2
Nº 20	0,840			8,6	40,2							6,1	28,1
Nº 30	0,590			7,2	33,0							5,0	23,1
Nº 40	0,426			6,0	27,0							4,2	18,9
Nº 50	0,297			3,6	23,4							2,5	16,4
Nº 80	0,177			8,8	14,6							6,2	10,2
Nº 100	0,149			1,7	13,0							1,1	9,1
Nº 200	0,074			2,7	10,2							2,0	7,1
-200	-			10,2	-							7,1	-

OBSERVACIONES :

chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667

ANEXO 5.

Anexo 5.2. Certificado de los ensayos del diseño de mezcla.



FORMULARIO	Código formulario	A-11
	Revisión	1
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha	-
	Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE	: JHELISY HELEN REYES BAZAN	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022	CANTIDAD	: 2% de Aceite de Soya 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/26.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,6	5,8	6,0
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2,530	2,540	2,535
- Vacíos, %	:	5,1	4,4	4,1
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	60,0	64,0	69,0
- V.M.A., %	:	12,4	12,6	12,7
- Estabilidad, lb (kN)	:	3200,0 (14,23)	3160,0 (14,06)	3060,0 (13,61)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17,0 (4,3)	19,0 (4,8)	20,0 (5)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2992,4	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- Aceite de Soya:	:	2.0% (en peso del cemento asfáltico)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/26.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 16 de Mayo del 2022.

Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CI N° 193667



FORMULARIO

Código formulario A-11
Revisión 1
Fecha -
Página 3 de 5

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD


N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSY HELEN REYES BAZAN MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022 CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,50				
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,05				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		65,45				
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		--				
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010				
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2,738				
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,718				
8		--				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,0	60,7	62,5			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.218,0	1.231,0	1.222,8			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.220,0	1.232,5	1.223,6			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	738,3	739,0	738,0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	481,7	493,5	485,6			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2,0	1,5	0,8			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,42	0,30	0,16			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2521	2487	2511			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,529	2,494	2,518			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2,610				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3,1	4,4	3,5			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2,724				
21 V.M.A.	13,2	14,4	13,6			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	76,4	69,2	74,1			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,933				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2,6				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		4,0				
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	24,0	25,0	25,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.217,0	1.180,0	1.205,3			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.266,0	1.227,0	1.254,0			

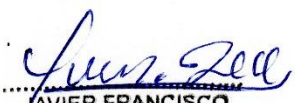
LMA (8/20)
JCH
O.S. N°203


Jean Chavez R.
T. c. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Código formulario	A-11
	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26.

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
2% de Aceite de Soya
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5			5,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,65			28,50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,85			66,50		
4	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,4	61,8	61,9	62,4	61,8	61,3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.205,5	1.200,0	1.206,8	1.213,2	1.210,6	1.209,8
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.212,0	1.209,0	1.213,0	1.217,6	1.214,3	1.216,0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	710,0	727,0	729,0	731,0	732,0	727,6
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	502,0	482,0	484,0	486,6	482,3	488,4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	6,5	9,0	6,2	4,4	3,7	6,2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,29	1,87	1,28	0,90	0,77	1,27
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2394	2482	2486	2486	2503	2470
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,401	2,490	2,493	2,493	2,510	2,477
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,692			2,672		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	10,8	7,5	7,4	6,7	6,1	7,3
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A. (%)	12,4	13,3	12,5	13,0	12,5	13,6
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	41,6	38,3	40,9	48,5	51,5	46,3
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,925			2,925		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1			2,6		
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	12,0	11,0	12,0	14,0	13,0	13,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.125,0	1.245,0	1.280,0	1.314,9	1.424,0	1.395,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.170,0	1.295,0	1.331,0	1.367,0	1.481,0	1.451,0

LMA (6/20)
JCH
O.S.N°203

Jean Chavez R.
T. c. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO

Código formulario A-11
 Revisión 1
 Fecha -
 Página 5 de 5

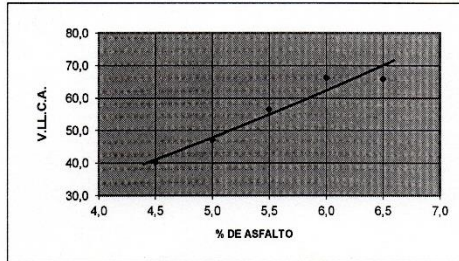
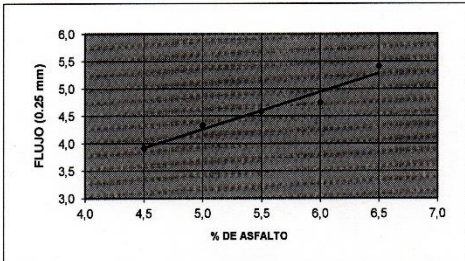
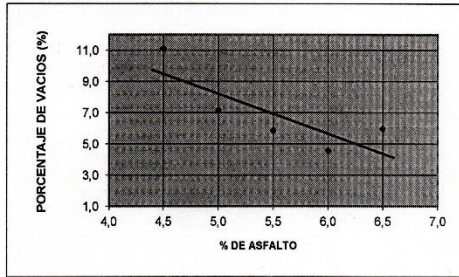
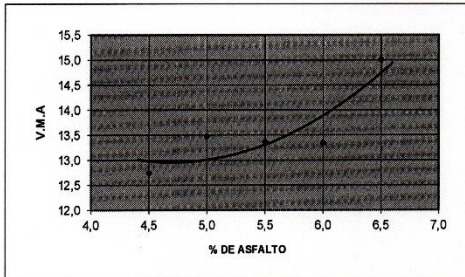
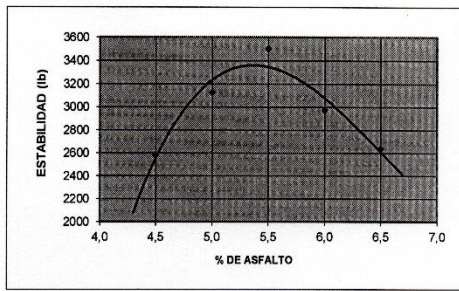
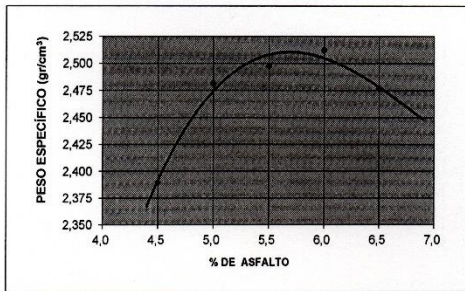
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
 PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022 CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
 PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (020)
 JCH
 O.S.N°203

J. Chavez
 Jean Chavez R.
 Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.

Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667





FORMULARIO	Código formulario	A-11
	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	4 de 5
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26.

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
1,5% de Aceite de Soya
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,7	5,9	6,1
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2,512	2,505	2,500
- Vacíos, %	:	6,8	5,6	5,3
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	56,0	61,0	63,0
- V.M.A., %	:	13,4	13,8	14,0
- Estabilidad, lb (kN)	:	3300,0 (14,68)	3180,0 (14,15)	3000,0 (13,34)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	18,2 (4,6)	19,6 (4,9)	20,0 (5)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		2949,9	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- Aceite de Soya:	:	1.5% (en peso del cemento asfáltico)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/26.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 16 de Mayo del 2022.

Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC-2022 **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,45					
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,4	62,9	64,4			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.225,4	1.222,9	1.227,3			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.226,0	1.223,5	1.228,1			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	734,0	731,2	728,0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	492,0	492,3	500,1			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0,6	0,6	0,8			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,12	0,12	0,16			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2483	2477	2447			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,491	2,484	2,454			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,610					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4,6	4,8	6,0			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724					
21 V.M.A.	14,5	14,7	15,8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	68,5	67,1	62,2			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,933					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	22,0	22,0	21,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.137,0	1.161,0	1.158,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.182,0	1.207,0	1.204,0			

LMA (8/20)
JCH
O.S. N°203

Jean Chavez R.
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto

Lima, 16 de Mayo del 2022.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. C.M. N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022 **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,35			28,20		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,15			65,80		
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62,9	63,9	60,7	60,5	62,3	60,9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.230,2	1.211,0	1.211,4	1.217,0	1.225,5	1.220,7
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.234,0	1.218,0	1.213,5	1.218,2	1.226,8	1.222,2
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	741,0	733,0	729,0	741,0	731,0	736,5
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	493,0	485,0	484,5	477,2	495,8	485,7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3,8	7,0	2,1	1,2	1,3	1,5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,77	1,44	0,43	0,25	0,26	0,31
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/ m³)	2488	2489	2493	2543	2464	2506
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2,495	2,497	2,500	2,550	2,472	2,513
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,652			2,632		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5,9	5,9	5,7	3,1	6,1	4,5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A.	13,4	13,4	13,3	12,0	14,7	13,3
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	55,9	56,3	57,0	74,2	58,6	66,1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,929			2,933		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,0			3,5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	18,0	19,0	18,0	19,0	19,0	19,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.532,0	1.560,0	1.500,0	1.337,0	1.305,0	1.256,1
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.593,0	1.622,0	1.560,0	1.390,0	1.357,0	1.306,0

LMA (7/20)
JCH
O.S. N°203

Jean Chavez R.
T.c. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022 **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5			5,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,65			28,50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,85			66,50		
4	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,0	63,8	64,2	62,1	61,4	63,1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.217,2	1.210,3	1.190,0	1.210,9	1.226,6	1.206,0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.225,9	1.221,0	1.200,0	1.219,6	1.227,0	1.211,0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	717,0	717,8	698,0	729,0	730,0	730,0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	508,9	503,2	502,0	490,6	497,0	481,0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	8,7	10,7	10,0	8,7	0,4	5,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,71	2,13	1,99	1,77	0,08	1,04
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2385	2398	2363	2461	2461	2500
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,392	2,405	2,371	2,468	2,468	2,507
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,687			2,672		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	11,0	10,5	11,8	7,6	7,6	6,2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A. (%)	12,4	13,3	12,5	13,9	13,9	12,6
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	41,6	38,3	40,9	45,1	45,1	51,1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,925			2,925		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	3,2			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1			2,6		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15,0	16,0	16,0	17,0	18,0	17,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.125,0	1.210,0	1.045,0	1.210,0	1.393,0	1.497,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.170,0	1.258,0	1.087,0	1.258,0	1.449,0	1.557,0

LMA (B20)
JCH
O.S.N203

Chavez
Jean Chavez R.
Ttc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 193667



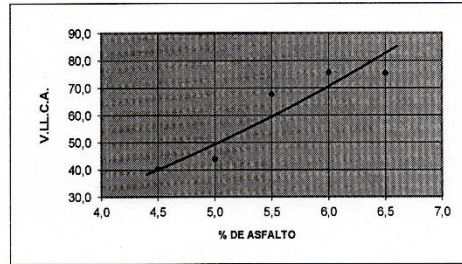
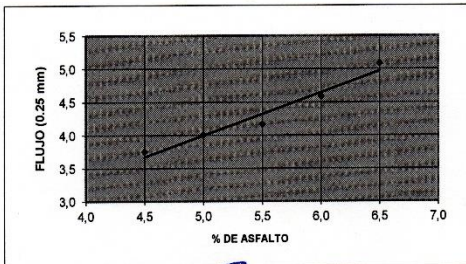
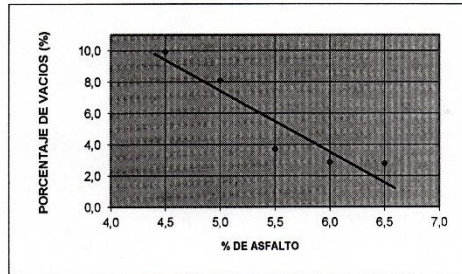
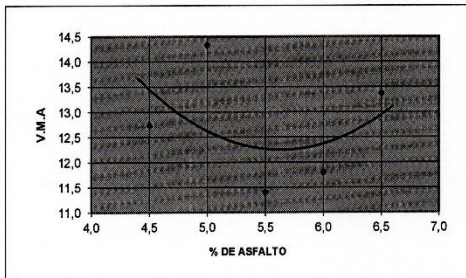
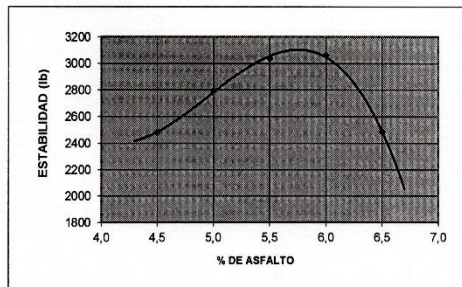
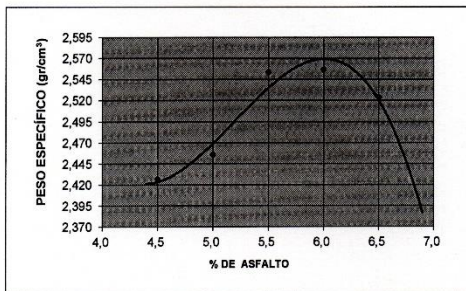
FORMULARIO INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Código formulario	A-11
	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	5 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE	: JHELSEY HELEN REYES BAZAN	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC-2022	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/26.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (2020)
JCH
O.S.N.203


Chavez
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.

Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 193667



	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE	: JHELSEY HELEN REYES BAZAN	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/26.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,7	5,9	6,1
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2,560	2,565	2,570
- Vacíos, %	:	5,1	4,0	3,3
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	63,0	68,0	72,0
- V.M.A., %	:	12,3	12,4	12,4
- Estabilidad, lb (kN)	:	3100,0 (13,79)	3080,0 (13,7)	3000,0 (13,34)
- Flujo, 0.01" (0,25 mm)	:	17,5 (4,4)	18,2 (4,6)	18,7 (4,7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3043,5	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- Aceite de Soya:	:	1.0% (en peso del cemento asfáltico)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/26.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)
JCH
O.S.N203

Lima, 16 de Mayo del 2022.


Jean Chavez R.
Tnc. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE	: JHELSEY HELEN REYES BAZAN	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/26.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,45					
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60,6	61,0	60,9			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.226,5	1.227,0	1.221,0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.227,3	1.228,1	1.222,4			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	741,0	739,4	741,2			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	486,3	488,7	481,2			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0,8	1,1	1,4			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,16	0,23	0,29			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2515	2503	2530			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2,522	2,511	2,537			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,610					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3,4	3,8	2,8			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724					
21 V.M.A.	13,4	13,8	12,9			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	74,9	72,5	78,4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,933					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	20,0	20,0	21,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.065,0	1.120,0	1.073,8			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.108,0	1.165,0	1.117,0			

LMA (8/20)
JCH
O.S. N°203

Chavez
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. C.M. N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	2 de 5
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD


N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022 **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,35			28,20		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,15			65,80		
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,2	61,3	60,0	60,9	61,7	60,7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.219,1	1.116,0	1.218,3	1.224,6	1.225,1	1.221,3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.220,0	1.117,8	1.219,8	1.225,3	1.226,1	1.222,4
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	743,1	677,6	745,6	748,0	746,4	743,4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	476,9	440,2	474,2	477,3	479,7	479,0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0,9	1,8	1,5	0,7	1,0	1,1
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,19	0,41	0,32	0,15	0,21	0,23
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2549	2528	2561	2558	2546	2542
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,556	2,535	2,569	2,566	2,554	2,550
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,652			2,632		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3,6	4,4	3,1	2,5	3,0	3,1
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A.	11,3	12,0	10,9	11,5	11,9	12,0
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	68,1	63,3	71,4	78,1	75,0	73,9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,929			2,933		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,0			3,5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	17,0	17,0	16,0	18,0	18,0	19,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.259,6	1.375,0	1.346,6	1.385,0	1.370,0	1.256,1
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.310,0	1.430,0	1.400,0	1.440,0	1.425,0	1.306,0


LMA (7/20)
JCH
O.S. N°203


Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 193667



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código formulario A-11
Revisión 1
Fecha -
Página 1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACETE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022 **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5			5,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,65			28,50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,85			66,50		
4	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62,5	62,1	59,2	62,9	61,9	62,9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.207,8	1.212,1	1.167,1	1.199,5	1.205,8	1.211,9
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.214,0	1.219,1	1.172,6	1.202,7	1.210,5	1.217,3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	722,0	711,0	694,0	705,9	724,2	727,5
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	492,0	508,1	478,6	496,8	486,3	489,8
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	6,2	7,0	5,5	3,2	4,7	5,4
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,26	1,38	1,15	0,64	0,97	1,10
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2448	2378	2431	2407	2472	2467
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,455	2,386	2,439	2,414	2,480	2,474
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,694			2,672		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,9	11,5	9,5	9,6	7,2	7,4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A. (%)	12,4	13,3	12,5	15,8	13,5	13,7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	41,6	38,3	40,9	39,0	46,7	46,0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,925			2,925		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1			2,6		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0	16,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.021,0	1.085,0	1.145,0	1.236,7	1.245,7	1.179,8
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.062,0	1.128,0	1.191,0	1.286,0	1.295,0	1.227,0

LMA (6/20)
JCH
O.S. N° 203

Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 193667



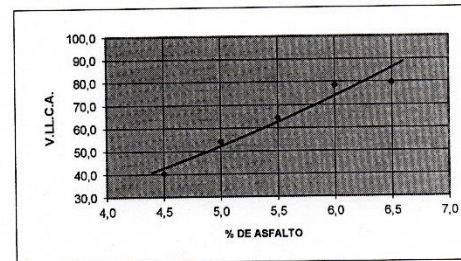
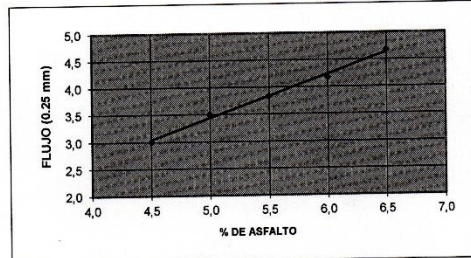
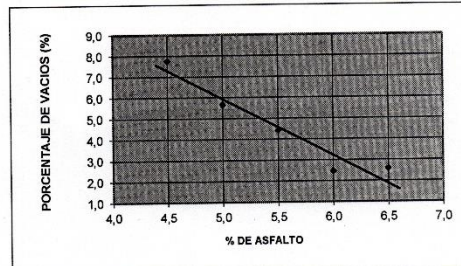
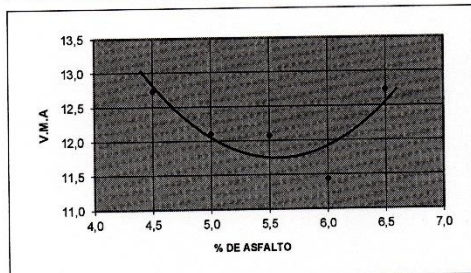
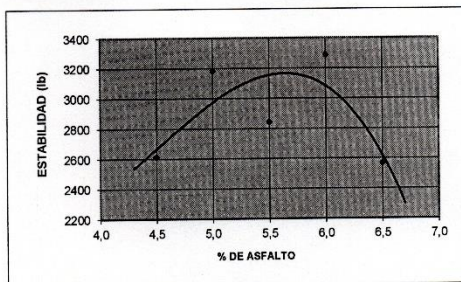
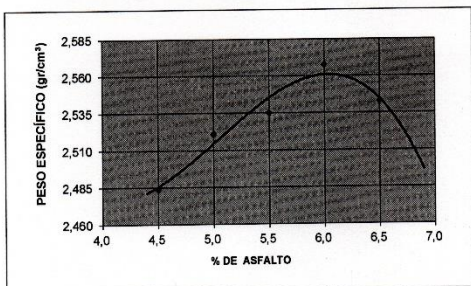
FORMULARIO	Código formulario	A-11
	Revisión	1
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha	-
	Página	5 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE	: JHELSEY HELEN REYES BAZAN	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC-2022.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022/04/26.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (0/20)
JCH
O.S. N°203

Chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.

Javier Red
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 193687





FORMULARIO

Código formulario A-11

Revisión 1

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Fecha -

Página 4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,6	5,8	6,0
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2,550	2,555	2,560
- Vacíos, %	:	4,3	3,8	3,1
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	62,0	70,0	72,0
- V.M.A., %	:	11,7	11,8	11,9
- Estabilidad, lb (kN)	:	3180,0 (14,15)	3170,0 (14,1)	3070,0 (13,66)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	15,0 (3,8)	16,5 (4,1)	16,8 (4,2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3514,4	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2022/04/26.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 16 de Mayo del 2022.


Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIV N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,45					
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60,4	61,8	60,7			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.211,7	1.229,5	1.227,0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.212,6	1.230,2	1.227,7			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	737,8	744,8	745,2			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	474,8	485,4	482,5			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0,9	0,7	0,7			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,19	0,14	0,15			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2544	2525	2535			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,552	2,533	2,543			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,610					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	2,2	3,0	2,6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724					
21 V.M.A.	12,4	13,1	12,7			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	82,1	77,5	79,8			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,933					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,0					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	19,0	18,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.113,0	1.043,7	1.210,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.158,0	1.085,0	1.258,0			

LMA (B/20)
JCH
O.S.N°203

Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193867



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26.

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,35			28,20		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,15			65,80		
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,9	60,2	60,5	60,5	60,1	60,1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.218,3	1.216,9	1.217,6	1.214,4	1.222,0	1.213,5
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.222,6	1.218,0	1.219,8	1.215,5	1.222,7	1.214,4
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	732,8	745,8	740,5	741,7	746,4	742,9
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	489,8	472,2	479,3	473,8	476,3	471,5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	4,3	1,1	2,2	1,1	0,7	0,9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,88	0,23	0,46	0,23	0,15	0,19
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2480	2569	2533	2555	2558	2566
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,487	2,577	2,540	2,563	2,566	2,574
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,652			2,632		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6,2	2,8	4,2	2,6	2,5	2,2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A.	13,7	10,6	11,9	11,6	11,5	11,2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	54,7	73,4	64,6	77,4	78,1	80,2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,929			2,933		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,0			3,5		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15,0	16,0	15,0	17,0	16,0	17,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.225,2	1.229,0	1.272,7	1.385,1	1.441,5	1.484,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.274,0	1.278,0	1.324,0	1.441,0	1.499,0	1.543,0

LMA (7/20)
JCH
O.S.N°203

Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACETE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC - 2022. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5			5,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,65			28,50		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,85			66,50		
4	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,3	61,2	62,1	62,6	59,9	20,4
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.204,5	1.203,8	1.203,9	1.214,3	1.204,7	1.202,6
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.211,3	1.211,3	1.213,4	1.223,4	1.206,8	1.205,6
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	727,2	729,0	725,3	729,4	735,9	733,3
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	484,1	482,3	488,1	494,0	470,9	472,3
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	6,8	7,5	9,5	9,1	2,1	3,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,40	1,56	1,95	1,84	0,45	0,64
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2481	2488	2459	2451	2551	2539
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,488	2,496	2,467	2,458	2,558	2,546
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,692			2,672		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7,6	7,3	8,4	8,0	4,3	4,7
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A. (%)	12,4	13,3	12,5	14,3	10,8	11,2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	41,6	38,3	40,9	44,0	60,6	57,9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,925			2,925		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6			2,6		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1			2,6		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12,0	11,0	13,0	14,0	14,0	14,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.000,0	1.125,0	1.300,0	1.496,9	1.421,0	1.250,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.040,0	1.170,0	1.352,0	1.557,0	1.478,0	1.300,0

LMA (6/20)
JCH
O.S. N°203

Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.



JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO

Código formulario A-11
Revisión 1
Fecha -
Página 5 de 5

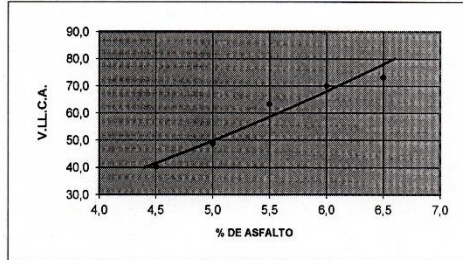
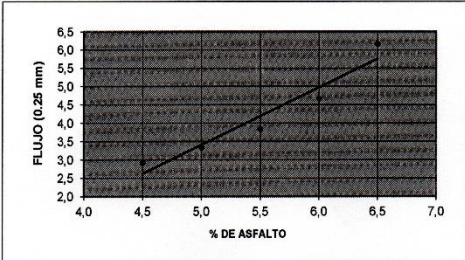
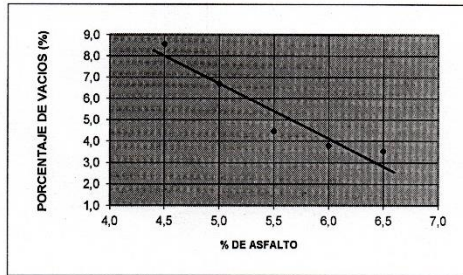
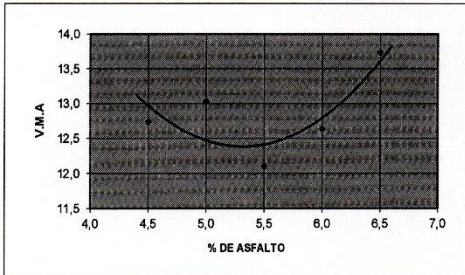
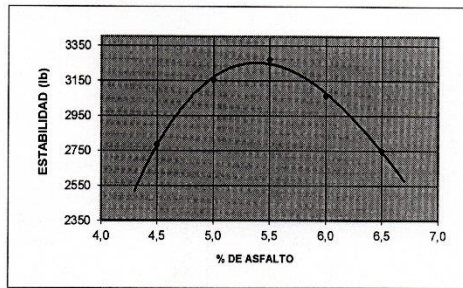
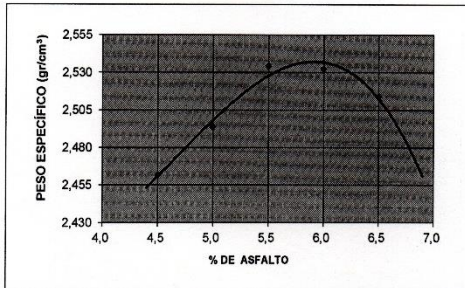
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Nº INFORME JCH 22-060

SOLICITANTE : JHELSEY HELEN REYES BAZAN MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE SOYA DE ACUERDO LAS NORMAS MTC-2022 CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/04/26. FECHA DE ENSAYO : 2022/04/26 al 2022/05/16.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (0/20)
JCH
O.S.N°203

Chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Lima, 16 de Mayo del 2022.

Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg CIV N° 193687

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

