



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional
para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima,
2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Gargate Alva, Felipe Manuel
Huamaní Sánchez, Jheyson Nik

ASESOR:

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2018

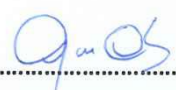
PÁGINAS PRELIMINARES

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **GARGATE ALVA, FELIPE MANUEL**

Cuyo título es: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLÍMEROS Y TRADICIONAL PARA OPTIMIZAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE - LIMA, 2018.”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15** (número) **QUINCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 21 de Diciembre de 2018



Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE



Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN
 SECRETARIO



Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **HUAMANI SANCHEZ, JHEYSON NIK**

Cuyo título es: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLÍMEROS Y TRADICIONAL PARA OPTIMIZAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE - LIMA, 2018.”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15** (número) **QUINCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 21 de Diciembre de 2018


.....
Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
PRESIDENTE


.....
Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN
SECRETARIO


.....
Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

La presente investigación está dedicado a nuestros padres, quienes han mostrado siempre su apoyo incondicional y moral, dando a conocer que todo lo que uno se propone se puede lograr trazándose metas y esforzándose en todos los aspectos de la vida. Así mismo, todo lo que somos ahora se los debemos a nuestros padres, los valores y actitudes que tenemos es gracias a ellos, somos el reflejo positivo de ellos y resaltar que estuvieron presentes a lo largo del desarrollo de esta tesis.

Y finalmente este trabajo se lo dedico a Dios, que se encuentra en el cielo y que desde allí está guiándonos para que cumplamos todas nuestras metas y sueños.

Agradecimiento

Agradecemos especialmente a la Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez y al Ing. Escalante por el apoyo brindando en todo el proceso de elaboración de nuestra Tesis, incluyendo las dudas e inquietudes que tuvimos en las asesorías asignadas. También nos enseñaron los aspectos tanto de metodología como los aspectos técnicos de nuestra línea de investigación y a ser perseverantes para poder culminar nuestras metas profesionales y sueños trazados satisfactoriamente en nuestras vidas.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Felipe Manuel Gargate Alva con DNI N° 72813900 y Jheyson Nik Huamani Sánchez con DNI N° 70998575, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

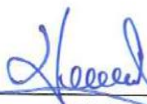
Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se muestran en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 30 de octubre del 2018



Felipe Manuel Gargate Alva



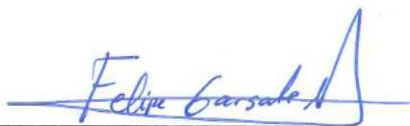
Jheyson Nik Huamani Sánchez

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis Titulada **“Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - lima, 2018”** y comprende los capítulos de Introducción, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones. El objetivo de la referida tesis fue determinar un análisis comparativo entre el método de mezclas asfálticas con polímeros y método de mezcla asfáltica tradicional, de esta manera se reflejará en una de ellas la optimización y mejora de las propiedades de durabilidad, periodo de vida útil, disminución de costos, la misma que sometemos a su consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Atte,



Felipe Manuel Gargate Alva



Jheyson Nik Huamani Sánchez

Índice

	Página
PÁGINAS PRELIMINARES	II
Página del jurado.....	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Declaratoria de autenticidad.....	VII
Presentación.....	VIII
Índice.....	IX
Índice de tablas.....	XI
Índice de figuras.....	XII
Índice de anexos.....	XV
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Realidad problemática.....	21
1.2. Trabajos previos.....	22
1.3. Marco teórico.....	26
1.3.1. Mezclas asfálticas.....	26
1.3.2. Características de mezclas asfálticas.....	27
1.3.3. Tipos de mezclas asfálticas.....	29
1.3.4. Clasificación de agregados en mezclas asfálticas.....	30
1.3.5. Propiedades deseables de los agregados en mezclas asfálticas.....	31
1.3.6. Confort en mezclas asfálticas.....	33
1.3.7. Fatiga en mezclas asfálticas.....	35
1.3.8. Mezclas asfálticas con polímeros.....	37
1.3.9. Propiedades de las mezclas asfálticas con polímeros.....	39
1.3.10. Tipos de mezclas asfálticas con polímeros.....	41
1.3.11. Clasificación de agregados en mezclas asfálticas con polímeros....	44

1.3.12.	Mezcla asfáltica tradicional.....	45
1.3.13.	Propiedades de la mezcla asfáltica tradicional.....	46
1.3.14.	Tipos de mezcla asfáltica tradicional.....	47
1.4.	Formulación al problema.....	48
1.5.	Justificación del estudio.....	49
1.6.	Hipótesis.....	51
1.7.	Objetivo.....	52
II.	MÉTODO.....	53
2.1.	Diseño de investigación.....	54
2.2.	Variables, operacionalización.....	54
2.3.	Población y muestra.....	58
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	58
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	59
2.6.	Aspectos éticos.....	59
III.	RESULTADOS.....	60
IV.	DISCUSIÓN.....	112
V.	CONCLUSIONES.....	115
VI.	RECOMENDACIONES.....	118
VII.	REFERENCIAS.....	121
ANEXOS.....		127

Índice de tablas

Tabla 01. Principales propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica y su importancia...	26
Tabla 02. Ensayos de laboratorio para material granular y mezclas asfálticas.....	28
Tabla 03. Clasificación y diferencias de temperatura DSR y BBR.....	28
Tabla 04. Designación, descripción y método de la capeta.....	31
Tabla 05. Ensayos para evaluar las propiedades de los agregados.....	32
Tabla 06. Normas AASHTO y ASTM aplicables a asfaltos modificados.....	43
Tabla 07. Parque automotor nacional por clase de vehículo según departamento – tráfico ligero.....	62
Tabla 08. Parque automotor nacional por clase de vehículo según departamento – tráfico pesado.....	63
Tabla 09. Parque automotor nacional por clase de vehículo según departamento – total de vehículos.....	63

Índice de figuras

Figura 01. Ensayos y condiciones más relevantes en el análisis de mezclas asfálticas	27
Figura 02. Porcentaje de ensayos más utilizados en la actualidad.....	29
Figura 03. Rigidez y temperatura en el asfalto.....	33
Figura 04. Característica de la velocidad de corte en el asfalto.....	34
Figura 05. Ciclo de vida de los pavimentos.....	34
Figura 06. Ahuellamiento o deformación permanente.....	35
Figura 07. Porcentaje de polímeros más utilizados en mezclas asfálticas.....	38
Figura 08. Compatibilidad asfalto-Polímero.....	39
Figura 09. Porcentaje de componentes más utilizados en una mezcla asfáltica.....	40
Figura 10. Polímeros SBR y SBS.....	42
Figura 11. Parámetros de temperatura promedio mensual especificando un máximo y un mínimo.....	61
Figura 12. Parámetros de precipitación promedio mensual especificando la lluvia caída en milímetros de agua.....	61
Figura 13. Parámetros de horas de luz promedio mensual en función de las horas.....	62
Figura 14. Selección del tipo de cemento asfáltico.....	64
Figura 15. Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración.....	65
Figura 16. Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad.....	66
Figura 17. Requerimientos para los agregados gruesos.....	67
Figura 18. Requerimientos para los agregados finos.....	68
Figura 19. Gradación para mezcla asfáltica en caliente - MAC.....	68
Figura 20. Requisitos para mezcla asfáltica.....	69
Figura 21. Requisitos de adherencia.....	70
Figura 22. Vacíos mínimos en el agregado mineral – VMA.....	70
Figura 23. Análisis granulométrico de la arena triturada – ASTM C136.....	72
Figura 24. Análisis granulométrico de la arena zarandeada – ASTM C136.....	73
Figura 25. Análisis granulométrico de la grava triturada – ASTM C136.....	74
Figura 26. Análisis granulométrico, diseño MAC N° 2 – ASTM C136.....	75
Figura 27. Informe de ensayo abrasión los ángeles en grava triturada – MTC E207.....	76

Figura 28. Informe de ensayo pesos unitarios – MTC E203 y peso unitario compactado en grava triturada.....	77
Figura 29. Informe de ensayo gravedad específica y absorción en grava triturada – MTC E206.....	78
Figura 30. Informe de ensayo porcentaje de caras fracturadas en grava triturada – MTC E210.....	79
Figura 31. Partículas chatas y alargadas en grava triturada – ASTM D4791.....	80
Figura 32. Equivalente de arena en arena triturada – MTC E514.....	81
Figura 33. Informe de ensayo pesos unitarios – MTC E203 y peso unitario compactado en arena triturada.....	82
Figura 34. Informe de ensayo gravedad específica y absorción en arena triturada – MTC E206.....	83
Figura 35. Equivalente de arena en arena zarandeada – MTC E514.....	84
Figura 36. Informe de ensayo pesos unitarios – MTC E203 y peso unitario compactado en arena zarandeada.....	85
Figura 37. Informe de ensayo gravedad específica y absorción en arena zarandeada – MTC E206.....	86
Figura 38. Análisis granulométrico en asfalto tradicional – ASTM C136.....	88
Figura 39. Informe de ensayo Marshall con 4.4% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559.....	89
Figura 40. Informe de ensayo Marshall con 4.9% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559.....	90
Figura 41. Informe de ensayo Marshall con 5.4% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559.....	91
Figura 42. Informe de ensayo Marshall con 5.9% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559.....	92
Figura 43. Determinación del óptimo de cemento asfáltico tradicional para curvas de energía de compactación constante.....	93
Figura 44. Informe de ensayo índice de compactabilidad en asfalto tradicional.....	94
Figura 45. Informe de ensayo de resistencia conservada en asfalto tradicional – AASHTO T283.....	95
Figura 46. Informe de ensayo gravedad específica teórica máxima en asfalto tradicional – ASTM D2041.....	96
Figura 47. Diseño de mezcla en caliente método Illinois en asfalto tradicional.....	97
Figura 48. Análisis granulométrico en asfalto modificado con SBS – ASTM C136.....	99
Figura 49. Informe de ensayo Marshall con 4.4% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559.....	100

Figura 50. Informe de ensayo Marshall con 4.9% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559.....	101
Figura 51. Informe de ensayo Marshall con 5.4% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559.....	102
Figura 52. Informe de ensayo Marshall con 5.9% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559.....	103
Figura 53. Determinación del óptimo de cemento asfáltico modificado con SBS para curvas de energía de compactación constante.....	104
Figura 54. Informe de ensayo índice de compactabilidad en asfalto modificado con SBS.....	105
Figura 55. Informe de ensayo de resistencia conservada en asfalto modificado con SBS – AASHTO T283.....	106
Figura 56. Informe de ensayo gravedad específica teórica máxima en asfalto tradicional – ASTM D2041.....	107
Figura 57. Diseño de mezcla en caliente método Illinois en asfalto modificado con SBS.....	108
Figura 58. Comparativo de diseños de mezcla en caliente modificado con polímero SBS y mezcla tradicional según método Illinois – Marshall.....	110
Figura 59. Comparativo de diseños de mezcla en caliente modificado con polímero SBS y mezcla tradicional según método Illinois – Marshall, a través de gráficos de barras.....	111

Índice de anexos

Anexo 01. Matrix de consistencia.....	128
Anexo 02: Certificado de asfalto modificado con polímero SBS, TDM Asfaltos (Carta de viscosidad – temperatura de mezcla).....	129
Anexo 03: Certificado de asfalto tradicional 60/70 PEN (Carta de viscosidad – temperatura ASTM D341).....	131
Anexo 04: Certificado de calibración – Balanza.....	133
Anexo 05: Certificado de calibración – Baño María.....	135
Anexo 06: Certificado de calibración – Horno de laboratorio.....	144
Anexo 07: Certificado de calibración – Anillo de Carga de Prensa Marshall.....	151
Anexo 08: Certificado de calibración – Termómetro.....	157
Anexo 09: Certificado de calibración – Cronómetro.....	159
Anexo 10: Validación de los instrumentos de medición.....	161
Anexo 11. Planta TDM Asfalto S.A.C.....	176
Anexo 12. Recepción de asfalto modificado con polímero SBS.....	176
Anexo 13. Galón de asfalto modificado con SBS (estireno – butadieno – estireno).....	177
Anexo 14. Asfalto modificado con polímero SBS, estado sólido.....	177
Anexo 15. Laboratorio de mecánica suelos, concreto y asfalto - HIS Asesores y Consultores S.A.C.....	178
Anexo 16. Operatividad de equipos.....	178
Anexo 17. Clasificación de agregados finos.....	179
Anexo 18. Clasificación de agregados gruesos.....	179
Anexo 19. Clasificación de Arena Triturada.....	180
Anexo 20. Clasificación de Grava Triturada.....	180
Anexo 21. Clasificación de Arena Zarandeada.....	180
Anexo 22. Lavado de agregados requeridos.....	181
Anexo 23. Peso requerido de agregado fino.....	181
Anexo 24. Peso requerido de agregado grueso.....	182
Anexo 25. Adición de ligante asfáltico tradicional.....	182
Anexo 26. Adición de ligante asfáltico modificado.....	183
Anexo 27. Procedimiento de mezcla asfáltica.....	183
Anexo 28. Muestras de mezclas asfálticas modificadas y tradicional.....	184

Anexo 29. Colocación de la mezcla asfáltica tradicional en el horno a 150°C.....	184
Anexo 30. Colocación de la mezcla asfáltica modificada en el horno a 170°C.....	185
Anexo 31. Colocación de la muestra al molde de compactación.....	185
Anexo 32. Prueba de compactación – 75 golpes (cara inferior).....	186
Anexo 33. Prueba de compactación – 75 golpes (cara superior).....	186
Anexo 34. Termino de compactación de los moldes Marshall.....	187
Anexo 35. Organización de moldes Marshall.....	187
Anexo 36. Desmontaje de moldes Marshall.....	188
Anexo 37. Desmontaje para obtener briquetas asfálticas.....	188
Anexo 38. Equipo de desmontaje con gata hidráulica.....	189
Anexo 39. Peso de briqueta seco en aire.....	189
Anexo 40. Baño María de briquetas asfálticas a 25°C.....	190
Anexo 41. Volumen de la briqueta por desplazamiento	190
Anexo 42. Peso de briqueta saturada con superficie seca.....	191
Anexo 43. Baño María con temperatura de ensayo a 60°C.....	191
Anexo 44. Sumergimos las briquetas al Baño María por 30 minutos.	192
Anexo 45. Colocamos la briqueta en el Anillo de Carga.....	192
Anexo 46. Regular los comparadores de estabilidad y deformación (flujo) de la Prensa Marshall someténdole una carga normalizada de 50.8mm/min.....	193
Anexo 47. Anotamos datos de la estabilidad y deformación máxima de la briqueta.....	193
Anexo 48. Contrato de prestación de servicios, HIS Asesores y Consultores S.A.C.....	194
Anexo 49. Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	195
Anexo 50. Pantallazo del Turnitin.....	197
Anexo 51. Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	198
Anexo 52. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	200

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de desarrollo del proyecto de tesis fue determinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicionales para optimizar las propiedades mecánicas en el pavimento flexible - Lima, a través de HIS Asesores y Consultores S.A.C. Se estableció como diseño de investigación experimental, tipo de investigación aplicada y nivel de investigación descriptiva. Las 56 briquetas de asfalto modificado y tradicional se manejaron como una población, tomando una muestra de 28 briquetas con asfalto modificado para optimizarlo mediante la prueba de Marshall y otro porcentaje de la misma manera para las 28 briquetas de asfalto tradicional optimizadas con Marshall. La validez del instrumento se logró con la ayuda del criterio técnico de los ingenieros civiles y geotécnicos relacionados con la rama de infraestructura vial. La recolección de datos se obtuvo a través del procedimiento de prueba de laboratorio aplicando el método Marshall con el protocolo MTC EG - 2013, en ambos métodos para mezclas de asfalto con polímeros y para la mezcla de asfalto tradicional. El análisis de los datos se realizó a través del programa Excel 2016, logrando así demostrar las tablas de resultados que se obtuvieron a través del análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicionales.

Palabras Clave: Polímero, SBS, Mezcla asfáltica, Ensayo Marshall, Briqueta de asfalto.

ABSTRACT

The main objective of this development work of the thesis project was to determine the comparative analysis of asphalt mixtures with polymers and traditional to optimize the mechanical properties in the flexible pavement - Lima, through HIS Asesores y Consultores S.A.C. It was established as experimental research design, type of applied research and level of descriptive research. The 56 briquettes of modified and traditional asphalt were handled as a population, taking a sample of 28 briquettes with modified asphalt to optimize it by the Marshall test and another percentage in the same way for the 28 bricks of traditional asphalt optimized with Marshall. The validity of the instrument was achieved with the help of the technical criteria of civil and geotechnical engineers related to the road infrastructure branch. The data collection was obtained through the laboratory test procedure applying the Marshall method with the MTC EG - 2013 protocol, in both methods for mixtures of asphalt with polymers and for the mixture of traditional asphalt. The analysis of the data was done through the Excel 2016 program, thus demonstrating the results tables that were obtained through the comparative analysis of asphalt mixtures with polymers and traditional.

Keywords: Polymer, SBS, Asphalt mix, Marshall test, Asphalt briquette.

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de los polímeros y la influencia en las mezclas asfálticas ha ido originándose en estas últimas décadas dado por el mundo moderno, gracias a la necesidad de reusar materiales, sensibilizando la conciencia del “pensamiento verde”. De las cuales, varios países han iniciado el uso de estos modificadores en los pavimentos asfálticos. Así mismo, los países como Brasil desarrollaron la utilización de los residuos de caucho de neumáticos para incorporarlas en las mezclas asfálticas y modificarlas satisfactoriamente. Este uso del caucho tuvo inicios en 1995, en EE. UU., esto conlleva a la gran escala de implementar estos residuos para mejorar las propiedades y confort de los pavimentos. Al mismo tiempo, en los países de Estados Unidos, México, Venezuela y Colombia utilizaron los residuos de botellas de PET (polietilenteftalato) y residuos llamados icopor (poliestireno expandido) para la modificación de capas asfálticas (Ramírez, 2013, p. 37).

Los profesionales responsables de la rama de infraestructura vial de diversos países pusieron en marcha la nueva tendencia del uso de polímeros como uso en la mezcla asfáltica, etapa que duro un año, de las cuales dio inicio para la ejecución experimental para poder al fin desarrollar los primeros proyectos, siendo así solo hasta 1980, posterior a eso ya lo consideraron como una excelente alternativa de solución para aplicarlo en cualquier proyecto de rehabilitación de pavimentos (Silvestre, 2017, p. 10).

En el continente americano, se usó con mayor afinidad la tecnología de los polímeros en las mezclas asfálticas teniendo como base los criterios constructivos por fabricantes y/o distribuidores de maquinarias y equipos, en los cuales se trataban de explicar las mezclas asfálticas como los procesos constructivos.

Las mezclas asfálticas con polímeros es un diseño benefactor para la rehabilitación de carpetas asfálticas que ya han sido deteriorados en su totalidad, complementando los materiales que habitualmente se usaban para la ejecución del pavimento. Esto es posible debido a que en el proceso no hubo ningún retraso que pudo evitar lograr que cambiemos el pavimento envejecido por uno nuevo y de mejor durabilidad (Echevarría, 2013, p. 11).

La técnica con el uso de polímeros tiene una amplia gama de ventajas, debido a que puedes experimentar in situ. Para poder así, lograr el mejor confort del pavimento y una buena granulometría efectuada. Por otro lado, al aplicar esta técnica de mezclas

asfálticas con polímeros se deben de realizar las cotas respectivas para que la trabajabilidad en el proceso constructivo sea eficiente.

Por consiguiente, las vidas de las infraestructuras viales pasan a estar en un total ciclo de reconstrucción. Debido a que no se le dieron un buen mantenimiento en el transcurso de su periodo de vida útil o simplemente llegaron a su límite de durabilidad, dando lugar así a la degradación de estos pavimentos. Teniendo en cuenta la necesidad del tráfico inmediato de la población que generan comercio, transitabilidad para movilizarse de un lugar a otro. Al aplicar esta técnica entonces es conveniente, debido a que genera menos costos y menos tiempo de ejecución del pavimento (Hernández, 2014, p. 9).

Es factible proyectar este tipo de aplicaciones para poder rejuvenecer los pavimentos que ya están deteriorados, no aptos para el uso humano, y concientizar que se dé con mayor frecuencia el uso de polímeros en mezclas asfálticas para estos proyectos.

1.1 Realidad Problemática

Actualmente en el país se vienen ejecutando proyectos de infraestructura vial por parte de los gobiernos Locales, Regionales con el objetivo de aportar de manera directa al país y a sus habitantes una mejor condición de vida. Sin embargo, los proyectos de rehabilitación vial generan una importancia ya que constituye la accesibilidad a una localidad determinada, por lo tanto, en esta ocasión se optimizará el diseño de rehabilitación vial en Lima Metropolitana. El cual producirá una mejora en el confort, durabilidad, mayor tiempo de duración y reducción de costos en el pavimento flexible (Yarango, 2014, p.8).

Un proyecto de pavimentación realizado con un buen diseño toma en consideración la movilidad que necesitan los usuarios de la carretera, vehículos particulares, vehículos de transporte público, motos, peatones y ciclistas, llegando así a determinar que la seguridad y el confort de los mismos son de suma importancia.

Por lo tanto, las condiciones físicas y naturales del entorno en el cual el proyecto se ejecutó fueron de poca accesibilidad ya que se encontraron pavimentos flexibles de más 65 de años de antigüedad en Lima Metropolitana y que no permitía el paso a la localidad ya que se producía el levantamiento de polvo en el lugar provocando malestar entre los vecinos de Lima Metropolitana (Yarango, 2014, p.10).

Cuando se ejecutan proyectos, existen problemas en la utilización responsable de los recursos. Ya que en muchas obras se pierden recursos económicos por la falta de una optimización adecuada de los recursos. Por esta razón, se están investigando técnicas como la utilización de polímeros con la finalidad de minimizar los costos de la rehabilitación de un pavimento, equipos, maquinarias, mano de obra y demás. (Carrizales, 2015, p.15).

1.2 Trabajos previos

Antecedentes Nacionales

López y Veloz (2013), en su tesis titulado: “Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba”, plasmó que los procesos que se deben de seguir para la caracterización del asfalto modificados con polímeros que tendrán diferentes porcentajes de modificadores SBR y SBS, de las que se desprende el mejoramiento de las mezclas asfálticas para proporcionar la mayor resistencia y vida útil para los pavimentos flexibles con respecto a su función y uso de las que son diseñadas para los usuarios, siendo estos los que interactúan con el confort y seguridad de la vía.

Infante, C. & Vásquez, D. (2016), en su tesis titulado: “Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas”, detalló que la aplicación de este nuevo aditivo tiene un impacto prioritario en aumentar la resistencia de la película ante las deformaciones que se efectúan en su vida útil.

Silvestre, D. (2017), en su tesis titulado: “Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima”, promulgó la idea del uso necesario del polímero como fuente para minimizar costos a largo plazo, al coexistir más durabilidad, habrá menos mantenimiento lo que genera ahorros relevantes a futuro.

Ballena, C. (2016), en su tesis titulado: “Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío”, sensibilizó que al utilizar fibras de plástico reduce el impacto ambiental, debido a la utilización de este componente en micropartículas que hace fines de reúso concientizando el cuidado del medio ambiente.

Valeriano, W. & Catacora, A. (2014), en su tesis titulado: “Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca”, explicó que el diseño en sí de la mezcla tiene que ver con el comportamiento en su periodo de utilidad, para minimizar impactos climatológicos y de tráfico, por la cual se debe integrar zeolita ganando propiedades benefactoras.

Yarango, E. (2014), en su tesis titulado: “Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera cerro verde (s.m.c.v) desde la prog. km 0+000 hasta el km 1+900, en el distrito de uchumayo, arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del pavimento”, indicó que dicho sistema bitufor minimiza deformaciones superficiales en el pavimento, así como el de prolongar su serviciabilidad de este mismo; siendo usado en otras zonas por sus excelentes resultados.

Valdés, G. Pérez, F. y Martínez, A. (2014), en su tesis titulado: “Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles”, explicó que al trabajar un diseño de mezcla en el rango de temperatura requerida por las normativas produce mayor trabajabilidad, y posteriormente la ley de fatiga no produce tantas deformaciones por el mismo hecho que desde un inicio se fabricó una pavimento flexible eficiente y que cumple los requisitos por el MTC.

Herrada y Chávez (2013), en su tesis titulado: “Uso de polímeros en el asfalto y su influencia en la variación de un pavimento”, indicó que se evaluarán los asfaltos modificados y la utilización en los pavimentos asfálticos, de las que se indican las ventajas, también desventajas, costo y beneficio, que conciernan las propiedades físicas y mecánicas de estos, reduciendo la susceptibilidad térmica del material pétreo, convirtiéndolas en rígidas a temperaturas altas y más flexibles a temperaturas bajas.

Ramírez (2013), en su tesis titulada: “Pavimentos con polímeros reciclados”, definió que se consiguió la mejor manera de adicionar los polímeros para utilizarlas como tecnologías de gran desempeño en la construcción y diseño de carpetas asfálticas. Dado, por el bajo rendimiento en las características que se pueden visualizar en los deterioros de los pavimentos del país, de las cuales se incentiva a dar un pensamiento verde para concluir en un pavimento que contenga los mejores estándares de resistencia y seguridad para los usuarios.

Carrizales (2015), en su tesis titulado: “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles”, indicó que una investigación relacionada con el proyecto de investigación presentado demuestra distintos comportamientos que adquiere y que optimizan su utilización en el campo.

Antecedentes Internacionales

Gulbarga (2013), en su artículo titulada: “Evaluación de laboratorio de mezclas de SMA preparadas con SBS modificado y betún puro”, dijo que se plasmó ensayos para determinar la relación de durabilidad de un asfalto químicamente modificado con el objetivo que mediante análisis y estudios se concluya con un resultado satisfactorio en la resistencia inicial.

Shuang (2014), en su artículo titulado: “Durabilidad de las mezclas de asfalto: Efecto del tipo agregado y promotores de adhesión”, enunció que se realizaron pruebas de composición biológica utilizando en el estudio un factor que la viscoelástica y características de modulo relativamente bajo del betún en cual se demostró con resultados experimentales una mayor resistencia óptima y mejor tiempo de duración en el país de EE.UU.

Sarang, Lekha, Geethu y Shankar (2015), en su artículo: “Rendimiento de laboratorio de mezclas de asfalto de matriz de piedra con dos gradaciones de agregado”, describió que se realizó una investigación que tuvo su origen en EE.UU., de la cual nos enseña una mejor forma de aplicar este sistema a un pavimento flexible y su impacto en la economía disminuyendo costo y mejorando consecutivamente calidad.

Reyes, F., et al (2013), en su tesis titulado: “Comportamiento de un cemento asfáltico modificado con un desecho de PVC”, indicó que las carpetas asfálticas al adicionarle polímeros pueden obtener mejores propiedades como recuperación elástica, lo que beneficia a que prolongue su periodo de vida útil y resista ante las cargas del tráfico, deltas climatológicos, fatiga. Lo que hace que el diseño de mezcla sea benefactor en su totalidad.

Wulf, F. (2013), en su tesis titulado: “Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero”, detalló que tiene que ver mucho con las propiedades mecánicas que van aumentando por el uso de los polímeros, al mismo tiempo adecua la reología, por el hecho

que eleva la resistencia ante los esfuerzos y deformaciones dadas en el tiempo de serviciabilidad.

López, S., Veloz, Y. (2013), en su tesis titulado: “Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba”, definió que cada polímero tiene sus ventajas y desventajas lo que los hace auténticos en el aspecto de aumentar las propiedades mecánicas para los pavimentos, y la diferencia de cada una es que el SBR se usa para mezclas asfálticas en frío y el SBS se usa para mezclas asfálticas en caliente.

Loría, G., Arce, M., Elizondo, F. y Aguilar, J. (2013), en su tesis titulado: “Determinación de leyes y una especificación costarricense para fatiga de mezclas asfálticas en caliente”, describió que la ley de fatiga se origina básicamente por las deformaciones existentes en todo el ámbito de la infraestructura vial, en tanto se puede contrarrestar con aditivos como los elastómeros y plastómeros para reducir en gran porcentaje la fatiga.

Bianchetto, H. (2013), en su tesis titulado: “Optimización de la durabilidad de los pavimentos asfálticos a partir de un correcto control de calidad”, señaló que para llegar al mayor confort se debe tener en cuenta que materiales están implementándose al inicio, durante y finalizando la pavimentación; así se podrá cumplir los estándares de calidad y también las de seguridad propiamente establecidas.

Mazumder Mithil (2016), en su tesis: “Propiedades de rendimiento de los aglutinantes de asfalto modificado con polímeros (PMA) que contienen aditivos de cera en EE.UU.”, en el cual plantea la idea de utilizar el polímero de cera para la aplicación en la carpeta asfáltica de la localidad de Texas.

Peter Pay (2017), en su tesis: “Efecto del betún modificado con polímeros en características de deformación de poco tráfico en pavimentos de asfalto, EE.UU.”, en la cual crea un procedimiento utilizando el betún en menores cantidades y aumentando la proporción de polímeros para su desempeño en el pavimento flexible en la ciudad de Florida.

1.3 Marco Teórico

1.3.1 Mezclas asfálticas

Reyes, et al (2013) estableció:

Las mezclas asfálticas son aspectos relevantes en todo pavimento flexible, las cuales genera una resistencia óptima, no obstante, los agregados o mezclas (agregados minerales) son duros, materiales inertes como arena, grava, triturado piedra, escoria o polvo de roca. Correctamente seleccionado y también los agregados graduados se mezclan con el cemento ingiriendo asfalto medio para formar pavimentos. Los agregados son los principales soportes de carga componentes de un pavimento de hormigón asfáltico los cuales son de importancia para mejorar la durabilidad. Suman del 90 al 95 por ciento de la mezcla peso y de 75 a 85 por ciento en volumen. (p.167)

Tabla 01. Principales propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica y su importancia (Marin & Thenoux, 2014, p. 69).

Propiedad Volumétrica	Nombre análogo a Geo-materiales	Importancia
Vacíos de aire (va)	Vacíos totales	Una baja proporción de vacíos de aire conduce a fallas por deformación permanente. Una alta proporción de vacíos de aire conduce a fallas frágiles, sobre-envejecimiento, permeabilidad alta y daños debido a la humedad
Vacíos en el agregado Mineral (vam)	Porosidad	Asegura una adecuada película de espesor suficiente sobre las partículas de agregado para que las mezclas sea dura
Vacíos llenos de asfalto (vfa)	Grado de saturación	Delimita el porcentaje máximo de Vam, así como de contenido de asfalto. Bajo condiciones de tráfico pesado, ayuda a mitigar mezclas susceptibles a la formación de roderas.

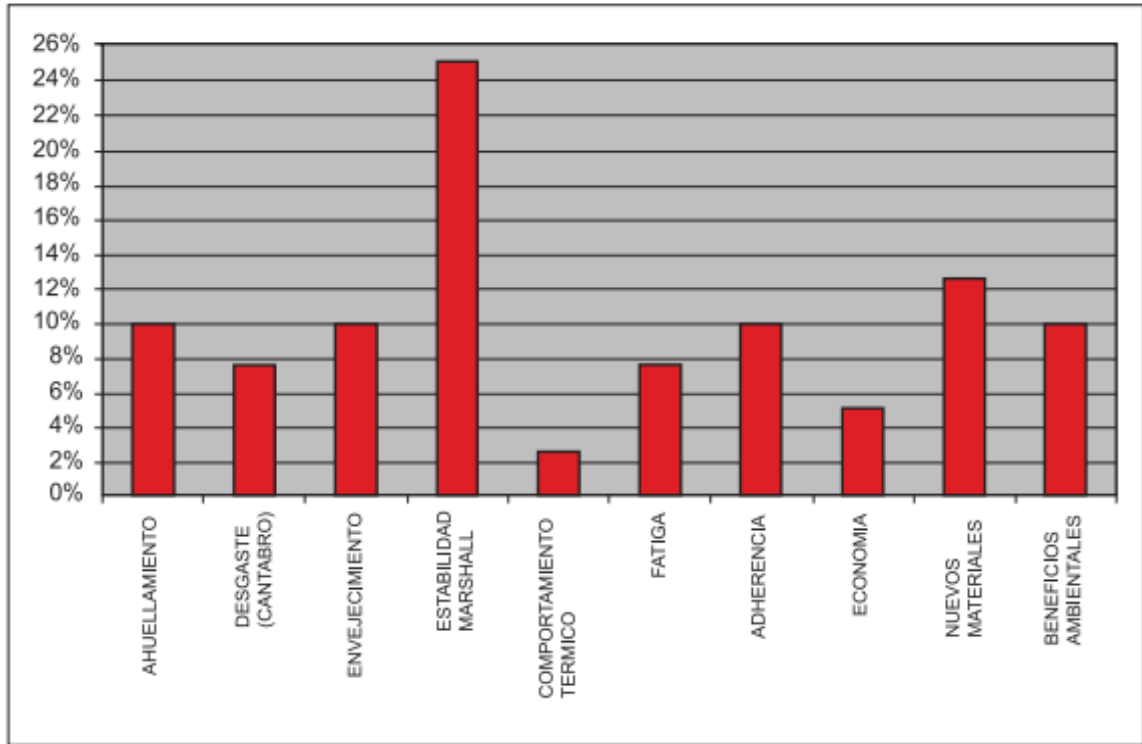


Figura 01. Ensayos y condiciones más relevantes en el análisis de una mezcla asfáltica (Rondón y Figueroa, 2013, p.12).

1.3.2 Características de mezclas asfálticas

Para Castro, et al (2016):

El asfalto es un elemento fundamental, que se manifiesta y se produce en todas las consistencias, desde aceites para carreteras ligeras hasta tipos industriales pesados y de alta viscosidad. El asfalto se ablanda cuando se calienta y es elástico bajo ciertas condiciones. Las propiedades mecánicas del asfalto son de poca importancia excepto cuando se usa como aglutinante o adhesivo. La principal aplicación del asfalto está en revestimiento de carreteras, que se puede hacer de varias formas. Los tratamientos de "capa de polvo" de aceite ligero pueden acumularse por repetición para formar una superficie dura, o se puede agregar un agregado granular a una capa de asfalto, o los materiales de la tierra de la superficie de la carretera se pueden mezclar con el asfalto. (p.8)

Tabla 02. Ensayos de laboratorio para material granular y mezclas asfálticas (Invías, 2017, p. 147).

ENSAYOS	NORMAS
Análisis granulométrico	I.N.V.E-2013
Contenido de asfalto	ARTICULO 450-02
Limite plástico e índice de plasticidad	I.N.V.E-126
Resistencia al desgaste en la máquina de los ángeles	I.N.V.E-128/219
Equivalente de arena	I.N.V.E-133
Índice de aplanamiento y alargamiento	I.N.V.E-230
Caras Fracturadas	I.N.V.E-227
Peso unitario- humedad- proctor modificado	I.N.V.E-142

A su vez, Reyes, et al (2013) establecieron:

Una de las características y ventajas de asfalto como una construcción de ingeniería y el material de mantenimiento es su gran versatilidad. Aunque es semisólido a temperaturas, el asfalto puede licuarse aplicando calor, disolviéndolo en solventes o emulsionando eso. El asfalto es el material adhesivo e impermeable, la cual es usada mayormente en los proyectos viales. Al mismo tiempo, es resistente a las acciones de la mayoría ácidos, álcalis y sales. (p.78)

Tabla 03. Clasificación y diferencias de temperaturas DSR Y BBR (Pay, 2017, p.36).

Bitumen binder	DSR (°C)	BBR (°C)	PG-rating
160/200	52	-12	PG 52-22
70/100	58	-6	PG 58-16
PMB1	70	-18	PG 70-28
PMB2	64	-18	PG 64-28

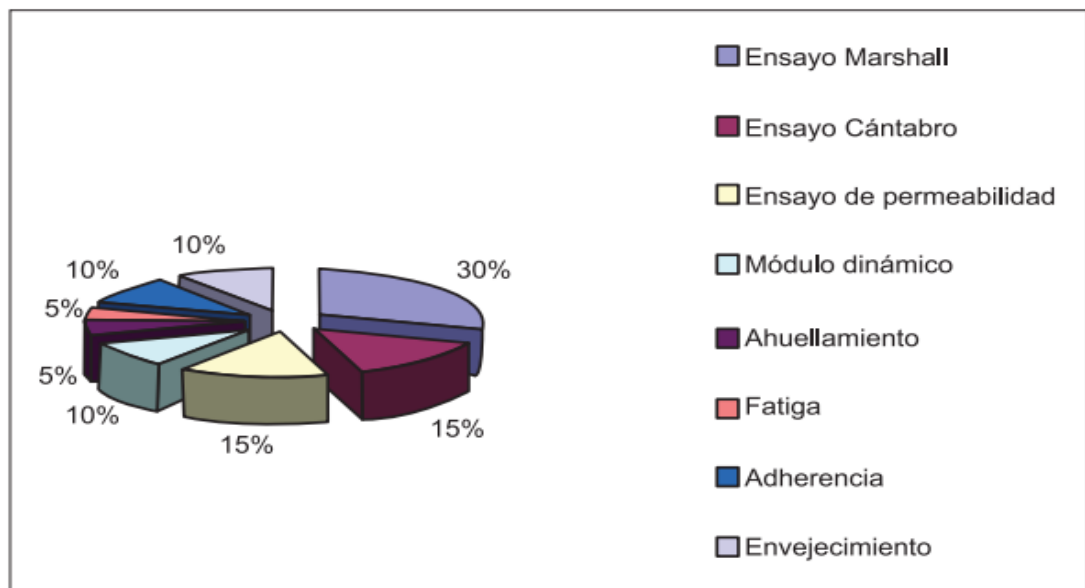


Figura 02. Porcentaje de ensayos más utilizados en la actualidad (Rondón y Figueroa, 2013, p.14).

1.3.3 Tipos de mezclas asfálticas

Mezcla asfáltica fría

Clark (2013) indicó:

El asfalto de mezcla en fría es la opción más asequible en el mercado, ya que no necesita calor durante el proceso. Por lo general, se usa para reparar grietas de más de una pulgada de ancho y baches que aparecen durante los meses de invierno. No es un sustituto de una reparación formal con mezcla caliente o asfalto de mezcla caliente durante los meses más cálidos, ya que no durará tanto tiempo. Esta mezcla asfáltica normalmente dura más que el pavimento circundante más del 90% del tiempo. (p.6)

Mezcla asfáltica caliente

Según Sivilevičius, Vislavičius y Bražiūnas (2017):

El asfalto de mezcla caliente se vierte a temperaturas que oscilan entre 300 y 350 grados Fahrenheit. Es una mezcla flexible que es altamente resistente a la intemperie y capaz de repeler el agua. El asfalto de mezcla caliente se usa en días que están por encima de los 40 grados solamente, porque se enfría muy rápidamente. Se utiliza en aproximadamente un tercio de los proyectos de

pavimentación. Se fabrica entre 200 y 250 grados y utiliza menos recursos de combustibles fósiles en el proceso de fabricación. Es menos costoso de fabricar y usar que el asfalto mezclado en caliente. Es más flexible en términos de uso, ya que se enfría más lentamente que la mezcla en caliente. Se puede enviar a distancias más largas y durante un período de tiempo mayor durante el año, por lo que los proyectos de construcción nocturnos o de invierno normalmente lo utilizan. (p.629)

De igual forma Sivilevičius, Vislavičius y Bražiūnas (2017) indicaron:

El pavimento asfáltico se refiere a cualquier camino pavimentado con asfalto. El asfalto de mezcla caliente (HMA) es una combinación de aproximadamente 95% de piedra, arena o grava unidos por cemento asfáltico, un producto de petróleo crudo. El cemento asfáltico es agregado calentado, combinado y mezclado con el agregado. (p.630)

1.3.4 Clasificación de agregados en mezclas asfálticas:

Agregados en bancos: Tanto la grava como la arena son típicamente agregados naturales gestionados por el banco. Usualmente son filtrados al tamaño adecuado y lavado para eliminar la suciedad antes de ser utilizada para asfalto pavimentación (Reyes, et al, 2013, p.167).

Agregados procesados: Cuando el pozo natural o el agregado dirigido por el banco ha sido aplastado y filtrado para que sea adecuado para pavimentos de hormigón asfáltico, se considera un agregado procesado. El aplastamiento mejora la forma de la partícula haciéndola redondeadas y angulares. La trituración también mejora la distribución de tamaño y el rango. La piedra triturada también es un agregado procesado. Se crea cuando los fragmentos de roca madre y grandes piedras son aplastadas para que todas las partículas estén fracturadas. Estos agregados son generalmente más económico que los agregados seleccionados y se puede usar en pavimentos de asfalto en muchos casos (Reyes, et al, 2013, p.167).

Agregados sintéticos: Agregados producidos alterando ambas propiedades físicas y químicas del material, se llama sintético o agregado artificial. Algunos son producidos y procesados específicamente para uso como agregados; otros son el

subproducto de la fabricación y una final proceso de grabación La escoria de alto horno es un ejemplo de un agregado sintético (Reyes, et al, 2013, p.167).

Tabla 04. Designación, descripción y método de la carpeta (Mazumder, 2016, p.11).

Designation	Description	Method
Control	Base binder	-
Control +L	Binder with 1.5% LEADCAP	Hand mix
Control +S	Binder with 1.5% Sasobit	Hand mix
PMA	PMA binder	-
PMA+L	PMA with 1.5% LEADCAP	Hand mix
PMA+S	PMA with 1.5% Sasobit	Hand mix

1.3.5 Propiedades deseables de los agregados en mezclas asfálticas

La buena condición de un material agregado para su uso en un pavimento de concreto asfáltico depende de la disponibilidad, costo y calidad del material, así como el tipo de construcción para la cual es intencionado. Para determinar si un agregado es adecuado para usar en construcciones asfálticas se evalúa en términos de las siguientes propiedades:

Tamaño y clasificación: El tamaño máximo de un agregado es el tamiz más pequeño a través de que el 100 por ciento del material pasará. Cómo se usará el asfalto determina no solo el máximo agregado tamaño, sino también la gradación deseada (distribución de tamaños más pequeños que el máximo) (Valdez, 2013, p.63).

Limpieza: Agentes extraños hacen que algunos materiales no sean aptos para mezclas de pavimentación (Valdez, 2013, p.63).

Resistencia. Es la capacidad del agregado para resistir el aplastamiento o desintegración durante la mezcla, colocación y compactación; o bajo carga de tráfico (Valdez, 2013, p.63).

Solidez. Aunque es similar a la dureza, la solidez es la capacidad del agregado para resistir deterioro causado por elementos naturales como el clima (Valdez, 2013, p.63).

Forma de partícula. Las formas del agregado partículas influyen en la mezcla de asfalto, su fuerza y viabilidad general, así como la densidad lograda durante la compactación. Cuando se compactan, partículas irregulares como la piedra triturada tiende a "cerrar" juntas y resistir el desplazamiento (Valdez, 2013, p.63).

Textura de la superficie. La trabajabilidad del pavimento está influenciada por la textura de la superficie. Una textura áspera tiene una mayor resistencia que una textura suave. Aunque los agregados de caras suaves son fáciles para cubrir con una película de asfalto, aunque no son tan buenos como las superficies rugosas (Valdez, 2013, p.63).

Absorción. La porosidad de un agregado permite que el agregado absorba asfalto y formar un vínculo entre la partícula y el asfalto. Se desea un grado de porosidad, pero agregados que son altamente absorbentes no son usualmente empleados (Valdez, 2013, p.63).

Decapado. Cuando la película de asfalto se separa del agregado debido a la acción de agua, se llama *stripping*. Agregado cubierto con demasiado polvo también puede causar pobre vinculación que resulta en el pelado de la superficie. Agregados fácilmente de ser eliminados no es adecuado utilizarlos en las mezclas (Valdez, 2013, p.63).

Tabla 05. Ensayos para evaluar las propiedades de los agregados (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2018, p. 96).

Propiedad	Ensayos	Norma
Graduación y tamaño Máximo	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-421
Limpieza	Equivalente de arena	ASTM D-2419
Dureza	Abrasión por la máquina de los ángeles	ASTM C-131
Capacidad de absorción y peso específico	Gravedad específica ya absorción	ASTM C-127 ASTM C-128

1.3.6 Confort en mezclas asfálticas

Chávez, et al (2014) señalaron:

Este material contribuye arduamente un confort formidable para su ejecución en carpetas de rodadura, por ende, es utilizada consecuentemente y genera mayor seguridad al momento de movilizarse por una vía de asfalto. Se obtiene como un residuo de la destilación del petróleo o de depósitos naturales. El asfalto consiste en compuestos de hidrógeno y carbono con proporciones menores de nitrógeno, azufre y oxígeno. El asfalto natural (también llamado breá), que se cree que se formó durante una etapa temprana de la descomposición de los depósitos marinos orgánicos en petróleo, contiene minerales característicos, mientras que el asfalto residual de petróleo no. (p.7)

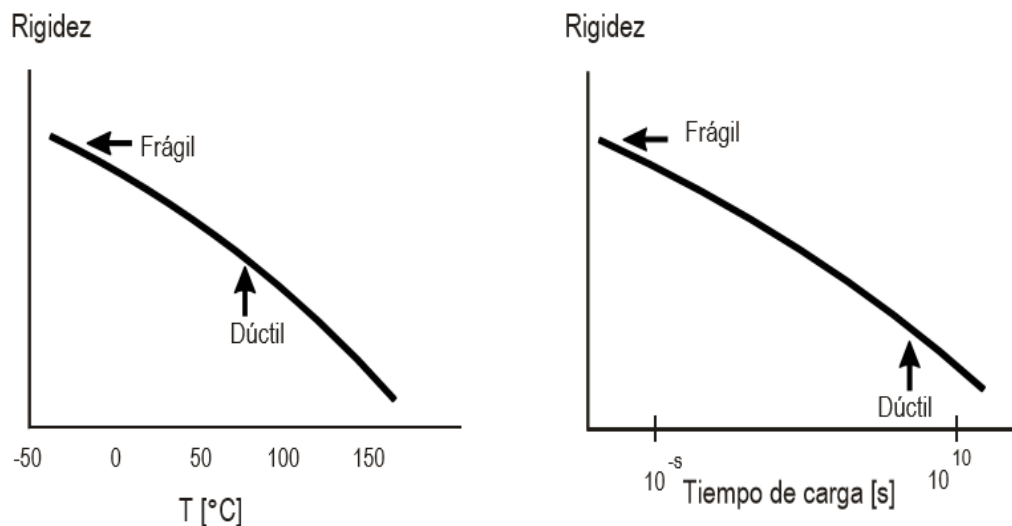


Figura 03. Rigidez y temperatura en el Asfalto (Minaya y Ordoñez, 2013, p. 8).

Por su parte Reyes, et al (2013) apuntaron:

El concreto asfáltico comúnmente llamado asfalto o pavimento, se caracteriza debidamente por su comportamiento en su periodo de utilidad, mantiene la uniformidad de sus componentes haciendo que este obtenga una mayor consistencia y resistencia. Consiste en agregado mineral unido con asfalto, colocado en capas y compactado. El proceso fue refinado y mejorado por el inventor belga e inmigrante estadounidense Edward de Smedt. (p.77)

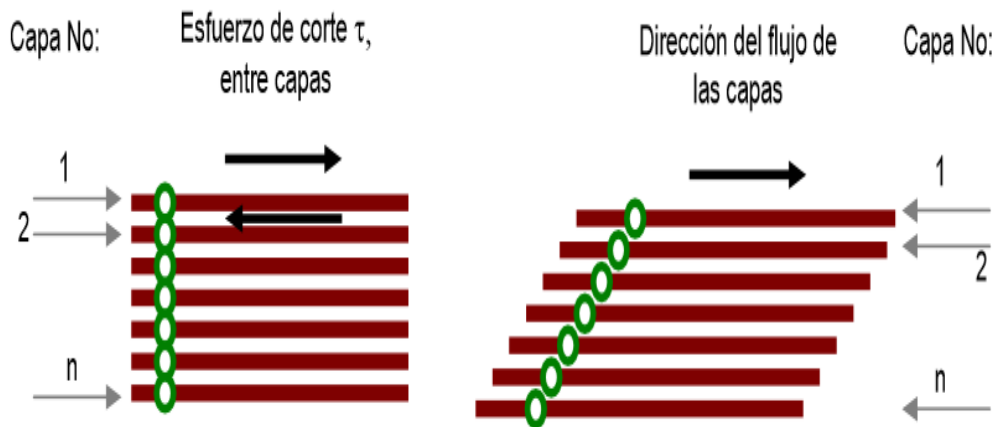


Figura 04. Característica de la velocidad de corte en el asfalto (Minaya y Ordoñez, 2013, p. 9).

A su vez, González (2013) indicó:

La deformación permanente o ahuellamiento de la carpeta asfáltica, proviene de las cargas cortantes de los neumáticos de vehículos, que en el periodo de vida útil la calzada se vio afectado de tanto tránsito fluido. Esto sucede en el diseño del método tradicional de concreto asfáltico. La abreviatura, AC, se usa a veces para el concreto asfáltico, pero también puede denotar el contenido de asfalto o el cemento asfáltico, refiriéndose a la porción de asfalto líquido del material compuesto. (p.11)

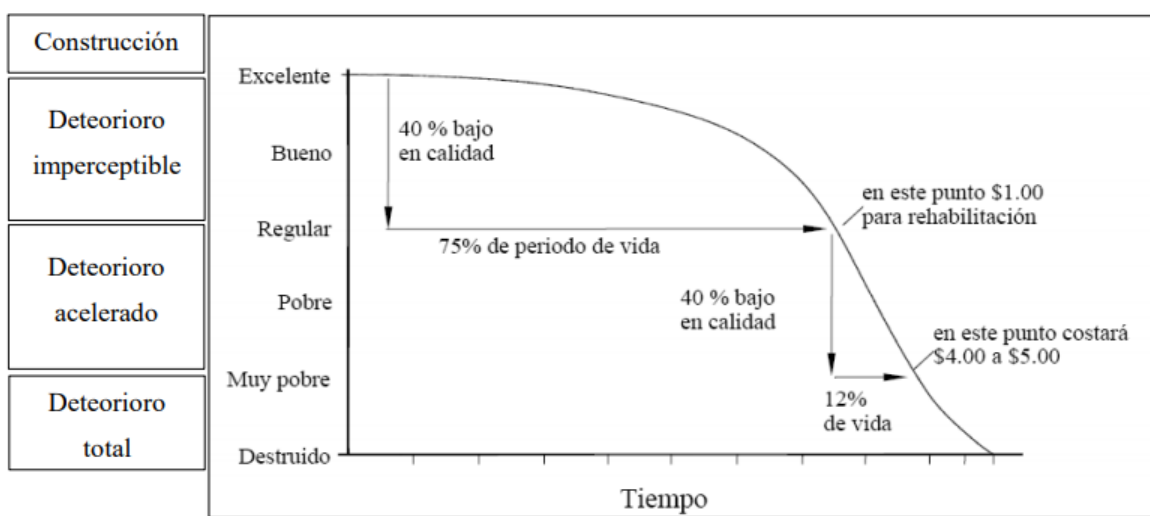


Figura 05. Ciclo de vida de los pavimentos (Sánchez, 2013, p. 54).

Por ello, en la rama de infraestructura vial siempre se va interactuando con las experiencias y registros de diseños de pavimentos asfálticos. De las cuales, uno puede orientarse a diseñar nuevos métodos que eviten esta deformación y mejorar de cierta forma los diseños a grandes rasgos.



Figura 06. Ahuellamiento o deformación permanente (Minaya y Ordoñez, 2013, p. 9).

1.3.7 Fatiga en mezclas asfálticas

Fatiga en mezclas asfálticas con polímeros

Al modificar la mezcla asfáltica adicionando polímeros proporcionan una acción superficial iónica, que aumenta la adherencia entre los componentes pétreos y los componentes de asfalto, conservándola aún mejor cuando existe presencia del agua. Así mismo, generan un incremento en la resistencia de las mezclas asfálticas ante la deformación, a los esfuerzos cortantes debido a las cargas repetitivas y lo más relevante a la fatiga. Por consiguiente, minimizan el agrietamiento, mejora las condiciones hacia las variaciones que se dan en los cambios de temperatura respectivamente. Generalmente, estos polímeros se aplican primeramente al cemento asfáltico, para después ser mezclados con los componentes pétreos (Wulf, 2013, p. 23).

Las cargas cíclicas ocasionan deformaciones irreversibles, a no ser que utilizemos polímeros, haciendo que las mezclas asfálticas se modifiquen y se de una variación en su dependencia a los fenómenos de deformación que se presentan. Al mismo tiempo, se ha confirmado que el desempeño reológico de las mezclas asfálticas modificadas es susceptible ante la fatiga. Por lo tanto, se presenta la energía de amortiguamiento, también llamado visco – elasticidad, a través de ella la energía se disipa, siendo este el contribuyente de la resistencia ante las deformaciones de las mezclas asfálticas y pavimentos flexibles (Loría, 2013, p. 48).

El resultado de una mezcla asfáltica con polímeros, dependerá que al adicionar el polímero contenga una determinada estructura química que ofrezca una excelente dispersión al mezclarlo con el asfalto, con el fin de conseguir una consistente estructura de malla. Por lo cual, llegará a un grado de elasticidad que favorecerá en otorgarle una resistencia a la fatiga y un aumento de las propiedades reológicas del asfalto (Wulf, 2013, p. 24).

Fatiga en la mezcla asfáltica tradicional

La resistencia de un pavimento convencional ante la fatiga, viene dado por la vida útil que pueda conseguir, pues uno de las más resaltantes deformaciones y/o agrietamientos que se dan en la superficie es debido a la fatiga, originado en la carpeta asfáltica, es reconocido como uno de los factores de mayor gravedad en el aspecto económico, y eso se debe a que en el proceso de desarrollo para una determinada curación del pavimento o rehabilitación genera un mayor costo en el mantenimiento de la obra. Así mismo, si los agrietamientos se extienden por casi todo el pavimento se tendría que remover prácticamente toda la carpeta asfáltica (Loría, Arce, Elizondo y Aguiar, 2013, p. 8).

En los métodos que existen para realizar un diseño de un pavimento en todo su periodo de vida útil, solo se aceptan dos clases de falla, la estructural y la funcional. La falla estructural está ligada, a la pérdida de adherencia entre las capas de la estructura del pavimento, debido a que el esfuerzo admisible sobrepasó su límite por las cargas repetitivas del flujo vehicular que se dieron en el pavimento. La falla funcional tiene que ver netamente con el confort que te brinda el pavimento, con el fin de dar seguridad y un paso a través de la carpeta asfáltica con una total comodidad que requiere el usuario (Alfaro, Flores y Martínez, 2016, p. 20).

Por otro lado, los pavimentos que presentan un buen diseño estructural son los que cumplen con las características para prevenir el agrietamiento por fatiga. Básicamente, tienen la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos de tensión que se propagan en la fibra inferior de la carpeta asfáltica de tal forma que no dé comienzo al agrietamiento. Tener en cuenta que tienen una fundación con una consistencia promedio para soportar estas deformaciones. Por consiguiente, la mezcla asfáltica tiene una flexibilidad que pueda contrarrestar el agrietamiento, siempre y cuando este sea bajo estándares bajos de esfuerzo a tensión (Loría et al., 2013, p. 8).

1.3.8 Mezclas asfálticas con polímeros

Las mezclas asfálticas modificadas son el resultado de la incorporación de polímeros en el asfalto, que vienen hacer componentes estables para las condiciones del clima que se van a presentar, en las que son agregadas al cemento asfáltico en líquido para poder mejorar sus propiedades mecánicas y físicas. Así mismo, disminuir la oxidación y la susceptibilidad ante los cambios de temperatura y humedad. Por lo cual, los polímeros una vez mezclados con el cemento asfáltico, llegan a crear una nueva mezcla con propiedades importantes de elasticidad al asfalto que ha sido modificado (Herrada y Chávez, 2013, p. 14).

Las mezclas asfálticas modificadas con polímeros integran diversas propiedades reológicas y físicas mejoradas, esto se consigue con la adhesión del asfalto con el polímero. Así mismo, proporcionan un excelente comportamiento y desempeño de las mezclas asfálticas tanto a bajas temperaturas como a altas temperaturas. Además, estas nuevas tecnologías en el proceso constructivo, dejando de lado al resto de áridos brindan una solución para el mejoramiento en las características de los asfaltos, con fines de mejorar el pavimento flexible. Con ello, se concluye que los asfaltos que contienen una interacción con polímeros, denominarlos “Asfaltos Modificados” (López y Veloz, 2013, p. 34).

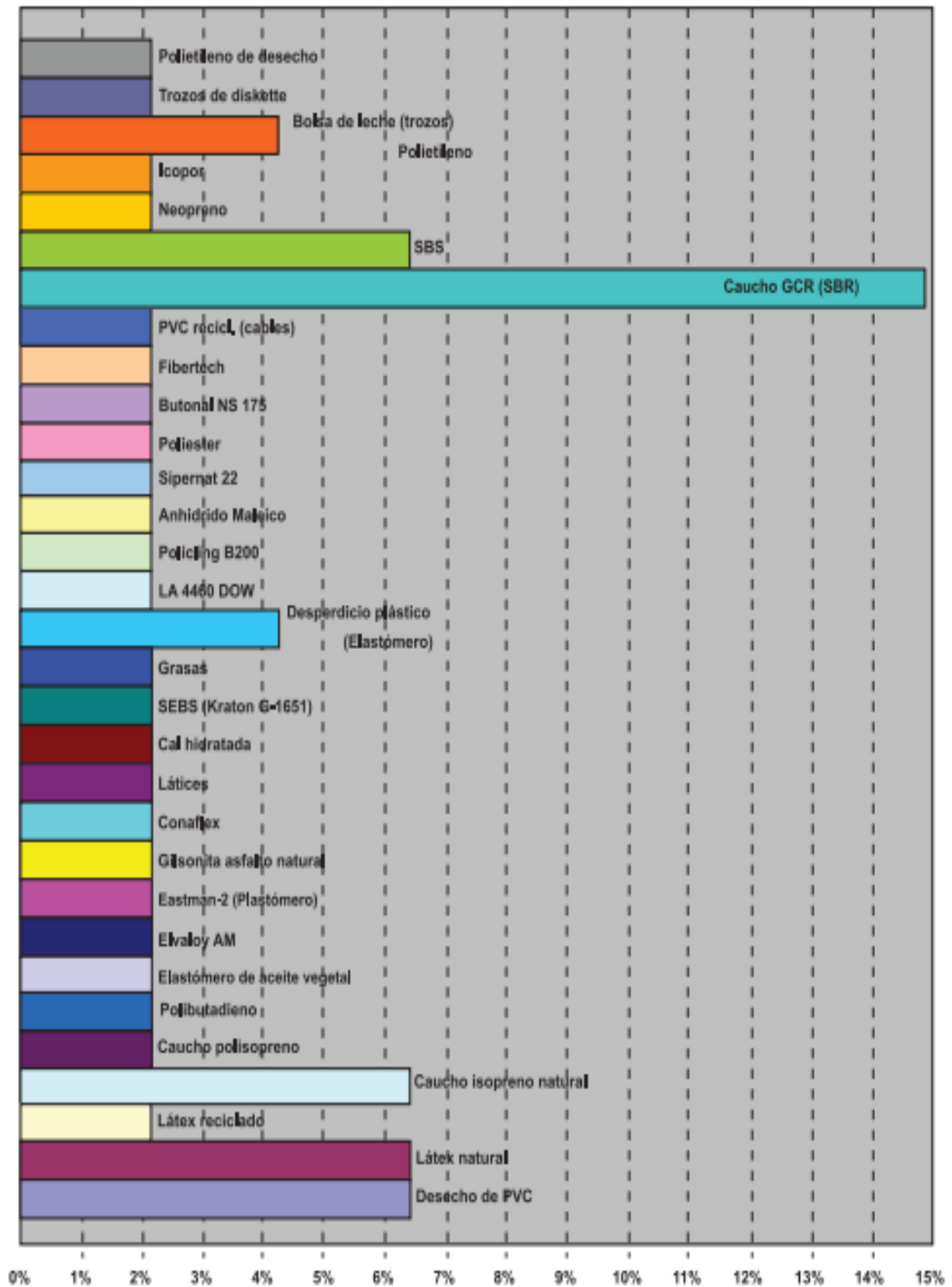


Figura 07. Porcentaje de polímeros más utilizados en mezclas asfálticas (Rondón y Figueroa, 2013, p. 13).

La compatibilidad del polímero con el asfalto, depende que el modificador sea miscible para garantizar la adecuada modificación que se va a presentar para que la mezcla sea monofásica. Por lo tanto, un modificador es compatible con respecto al asfalto, siempre y cuando la heterogeneidad de ambos componentes no se pueda visualizar con facilidad. Los asfaltos que contengan fracciones de resinas y aromáticas son las que conllevan a ser compatibles con los modificadores, debido a que estas fracciones son las que generan una mayor adherencia con los polímeros. Al mismo tiempo, los asfaltos saturados y asfáltenos son los que tienen una baja compatibilidad con los modificadores, todo este va de la mano con la refinación y fuente del asfalto que se vaya a usar (Ramírez, 2013, p. 33).

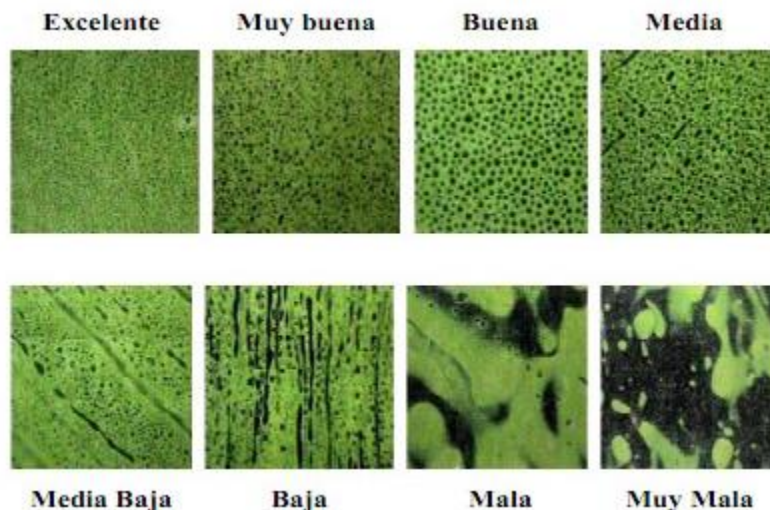


Figura 08. Compatibilidad asfalto – polímero (Ramírez, 2013, p. 34).

1.3.9 Propiedades de las mezclas asfálticas con polímeros

Durabilidad

Herrada y Chávez (2013) describieron:

La durabilidad integra diversas propiedades de las mezclas asfálticas con polímeros, el cual amplía su resistencia del asfalto, aumentan la resistencia mecánica, gran poder humectante y mejor adherencia de los agregados, elevan la resistencia a la rotura y al ahuellamiento en un rango amplio de tensiones, temperaturas y tiempo de carga. Así también, disminuyen la susceptibilidad térmica y a las cargas repetitivas del flujo vehicular que se dan. Otra característica

de la mezcla asfáltica modificada es su disminución a la exudación del asfalto, por su mayor viscosidad de la disolución, su baja tendencia a fluir y su mayor elasticidad. De igual manera, se resalta la flexibilidad a menores temperaturas de servicio reduciendo el fisuramiento. (p. 15)

Tiempo de vida útil

Ramírez (2013) señaló:

Las mezclas asfálticas que son modificadas con polímeros generan un aumento de dos a tres veces en el periodo de vida útil del pavimento flexible según sea el caso. Esto es debido a las dos categorías de los modificadores que son: Elastómeros (caucho) presentan una mejor resistencia al envejecimiento. Así mismo, la vida útil aumenta por la rigidez de los asfaltos modificados por los componentes de hule natural, látex, SBS y SBR que proporcionan un mayor soporte a los amplios tiempos de cargas verticales sin deformaciones. Por otro lado, tenemos a los polímeros: Plastómeros (plástico) manifiestan propiedades de resistencia al impacto, mayor capacidad de aislamiento térmico, aumentan la absorción de agua y conllevan a una alta resistencia al agrietamiento dado por la fatiga en el tiempo de servicio del pavimento flexible. (p. 28)

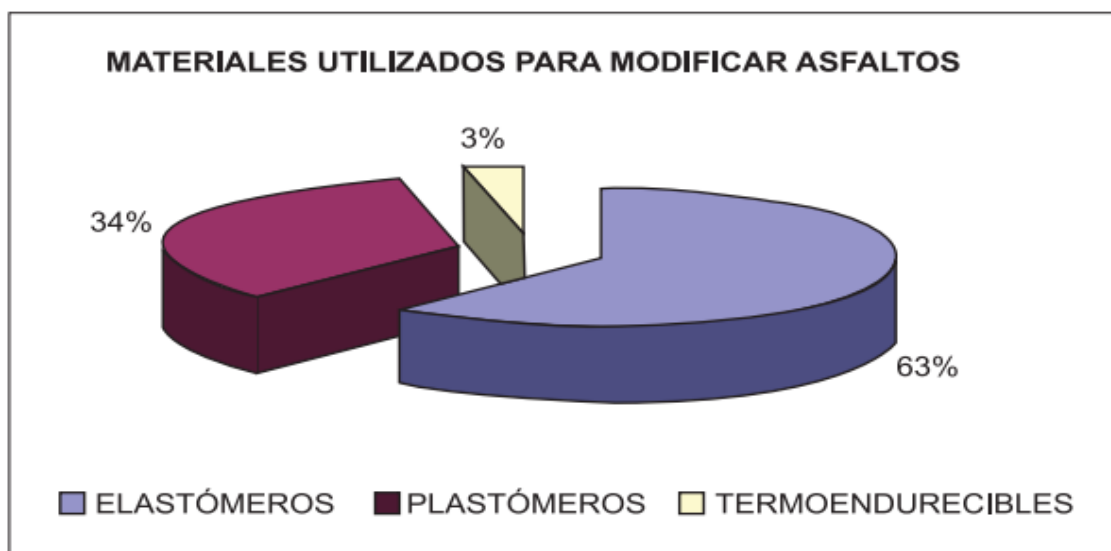


Figura 09. Porcentaje de Componentes más utilizados en una mezcla asfáltica (Rondón y Figueroa, 2013, p.13).

Costo

López y Veloz (2013) manifestaron:

En el proceso de las mezclas asfálticas con polímeros, tendremos inicialmente un costo adicional de un 25% en relación a la mezcla asfáltica. Siendo así, un aumento que se tiene que tomar en consideración al seleccionar este método para el diseño y construcción de la carpeta asfáltica, examinando el costo – beneficio cuando se requiera su utilización. El costo dependerá netamente del proceso de polimerización y que estén disponibles los monómeros. Así también, tienen un valor importante en el mercado, debido a que son fáciles de conseguir. Es recomendable usar estas mezclas asfálticas con polímeros, ya que puede ayudar a minimizar los espesores de la carpeta de rodadura conservando las propiedades y la capacidad estructural. Al mismo tiempo, disminuye el costo del mantenimiento preventivo debido a su resistencia ante diversas fallas y deformaciones dadas en el periodo de vida útil del pavimento flexible, compensando de cierta manera los costos generales. (p. 152)

1.3.10 Tipos de mezclas asfálticas con polímeros

Elastómeros (Látex, Hule natural, SBS, SBR)

Se necesita mezclar tres componentes relevantes: endurecedor, resina base y asfalto, estos factores conllevan a la modificación del cemento asfáltico y desarrolla una eficiencia en la compatibilidad entre estos componentes. Así mismo, son usados para zonas donde haga falta conservar la rugosidad durante todo su periodo de vida útil del pavimento. También en zonas donde se necesite establecer la resistencia ante las maniobras o agentes químicos. Al mismo tiempo, en zonas donde se requiera una resistencia al frenado intenso o derrapaje (López y Veloz, 2013, p. 27).

Este tipo de modificador del cemento asfáltico es el más empleado, el efecto que proporciona estos polímeros es elevar su intervalo de plasticidad y minimizar la susceptibilidad térmica. El ablandamiento puede elevarse hasta temperaturas de 20°C, pueden tener una baja penetración a temperaturas menores a 70°C, esto es relevante debido a que en estas temperaturas es donde existen las deformaciones en la carpeta de rodadura (López y Veloz, 2013, p. 28).



Figura 10. Polímero SBR y SBS (López y Veloz, 2013, p. 29).

Los asfaltos al someterles este tipo de modificaciones los hacen más rígidos, no obstante, mantienen su elasticidad lo que evita la formación de agrietamientos y fisuras. De las cuales, entre el rango de -10°C y $+10^{\circ}\text{C}$ el polímero llamado elastómero genera mayor elasticidad al cemento asfáltico. Esto sucede para concientizar a que el pavimento pueda resistir los largos tiempos de esfuerzos cortantes sin deformaciones haciendo que este aumente su vida útil. Por otro lado, tenemos al hule de llanta que desprende una similitud a los polímeros de SBR y SBS, aunque en este caso se debe dosificar ampliamente (López y Veloz, 2013, p. 29).

Plastómeros (polietileno, PVC, EVA)

Este tipo de polímeros existe un punto fijo en la cual la mayoría de aceites están relacionados con este modificador, proporcionándole un cambio drástico al asfalto basadas en sus propiedades físicas. Estas se contemplan más a las propiedades del modificador que del asfalto. Esto es ocasionado desde el proceso de modificación donde el contenido del polímero es de 8 – 10%, en este punto, el cemento asfáltico incrementa el intervalo de plasticidad, eleva la resistencia ante la ruptura y deformaciones por las cargas repetitivas, disminuyen la susceptibilidad térmica sobre todo en las temperaturas de aplicación a las que este suelen ser sometidas (López y Veloz, 2013, p. 30).

El polietileno no contiene una eficiente compatibilidad con el cemento asfáltico, pero si le confiere propiedades relevantes. No obstante, se usan debido a que es un componente económico y genera menos impacto ambiental, al disponer en reusar estos

desechos de este material que se encuentran en las carreteras. Los asfaltos modificados con esta clase de polímero termoplástico poseen buena resistencia al ahuellamiento, gran flexibilidad a bajas temperaturas, aumenta la rigidez a altas temperaturas, buena resistencia al calor, mejor resistencia al envejecimiento, baja viscosidad (López y Veloz, 2013, p. 31).

El PVC conocido también como policloruro de vinilo contiene una baja compatibilidad con el cemento asfáltico, tiene baja resistencia a la degradación de luz, y tiene eficacia ante la resistencia al agua o agentes químicos. Sin embargo, no se utiliza mucho para modificar el asfalto. Por otro lado, el EVA o llamados resinas Etilo-Vinil-Acetato son muy compatibles con los asfaltos, de las cuales para conseguir su mayor eficiencia deberán usarse con un contenido mínimo de 18% para ser empleados en la construcción de carreteras. Así también, al aumentar el contenido en un rango de 15% a 30% de este modificador obtiene una mejor adherencia. Así mismo, contiene una excelente resistencia a la fatiga provocado por las cargas repetitivas del flujo vehicular intenso, buena resistencia a la sensibilidad térmica a un bajo costo, aumenta el ablandamiento entre temperaturas de 6°C y 12°C, la dosificación de este polímero oscila en el rango de 2% hasta un 10% con respecto a las propiedades que se busca adquirir (López y Veloz, 2013, p. 32).

Tabla 06. Normas AASHTO y ASTM aplicables a asfaltos modificados (López y Veloz, 2013, p. 37).

ENSAYO	AASHTO	ASTM
Viscosidad cinemática a 135°C	T-201	D-2170
Viscosidad dinámica a 60°C	T-202	D-2171
Penetración	T-49	D-5
Recuperación Elástica por torsión	****	****
Prueba de Película Delgada en Horno	T-179	D-1754
Prueba Giratoria de Película Delgada	T-240	D-2872
Viscosidad Rotacional Tipo Haake	****	D-4402
Recuperación Elástica por Ductilómetro	****	D-6084
Resistencia a 25°C	****	D-3407
Gravedad Específica	T-228	D-70
Punto de Ablandamiento	T-53	D-3695

1.3.11 Clasificación de los agregados en las mezclas asfálticas con polímeros

Desde hace un tiempo ya se viene empleando los polímeros de formulación especial, en las que estos resultan ser muy convenientes y competitivos. Estos modificadores ya han sido usados en pavimentos de diversos países. También se utiliza el caucho como polímero, bien puede ser natural o sintético, en el rango no mayor al 5%. Y estos principales modificadores empleados en los cementos asfálticos son:

Polímero TIPO I

Es un tipo de modificador de asfaltos que incrementa el rendimiento de las mezclas asfálticas a las temperaturas variables que se presenten. Es elaborado en bloques de estireno, en polímeros elastómeros de tipo dibloque o tribloque, a través de las configuraciones como Butadieno – Estireno (SB) o Estireno – Butadieno (SBS), entre otros. Se usan en mezclas asfálticas para pavimentos de tráfico ligero, y carpetas estructurales de pavimentos asfálticos con mayores índices de flujo vehicular y de tráfico pesado, para climas cálidos y fríos, así mismo para fabricar emulsiones asfálticas y que estos se empleen en tratamientos superficiales (Wulf, 2013, p. 23).

Polímero TIPO II

Es un tipo de modificador de asfaltos que aumenta el desempeño de las mezclas asfálticas a temperaturas muy bajas. Es elaborado en polímeros elastómeros lineales, en base a configuraciones de caucho de Estireno, Neopreno-Látex o Butadieno-Látex. Se usan en todo tipo de mezclas asfálticas para pavimentos en las que se opte por generar una mejora en su comportamiento de serviciabilidad, en climas templados y fríos, así como para fabricar emulsiones asfálticas que se usen para los tratamientos superficiales (Wulf, 2013, p. 24).

Polímero TIPO III

Es un tipo de modificador de asfaltos que condiciona de manera eficiente la resistencia a la carpeta de rodadura, disminuye la sensibilidad térmica, y mejora su rendimiento sometidas a altas temperaturas. Es elaborado en polímeros elastómeros, de las que conlleva a configuraciones como Etileno-Vinil-Acetato (EVA) o polietileno de baja o alta densidad, entre otros. Se usan en climas calientes, para mezclas asfálticas de carpetas estructurales en pavimentos con mayor índice de flujo vehicular, así también para

fabricarlos como emulsiones asfálticas para el empleo en tratamientos superficiales (Wulf, 2013, p. 24).

Hule molido de neumáticos

Es un tipo de modificador de asfaltos que genera una mejor eficacia en la resistencia y la flexibilidad a la tensión de las mezclas asfálticas, minimizando la formación de grietas y/o fisuras dadas por la fatiga o por cambios climatológicos. Es elaborado básicamente del resultado del molido de los neumáticos. Se usan en su mayoría para pavimentos de tráfico ligero y para los diversos tratamientos superficiales que existen (Wulf, 2013, p. 25).

1.3.12 Mezcla asfáltica tradicional

Pasandín, et al (2016) definieron:

Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan. Debido a sus propiedades es el material más común en los proyectos de construcción para firmes de carreteras, aeropuertos y aparcamientos. Debido a sus buenas propiedades como impermeabilizante también se usa en el núcleo de ciertas presas como impermeabilizante. (p. 859)

De igual manera Pasandín, et al (2016) señalaron:

El uso principal (70%) del asfalto se encuentra en la construcción de carreteras, donde se usa como pegamento o aglutinante mezclado con partículas de agregado para crear concreto asfáltico. Sus otros usos principales son para productos impermeabilizantes bituminosos, incluida la producción de fieltro para techos y para el sellado de techos planos. (p. 860)

1.3.13 Propiedades de las mezclas asfálticas tradicionales

Durabilidad

Bianchetto (2013) indicó:

Las mezclas asfálticas tradicionales tienen vida útil promedio, debido a dos factores fundamentales, la oxidación pérdida de sus compuestos que se volatilizan por las elevadas temperaturas a las que están expuestas, y por qué los fenómenos climatológicos los deterioran de manera continua. Una de sus debilidades frente a otro tipo de mezclas es su pérdida de adherencia y la película que la cubre, por la fatiga y fisuras que se van presentando. Su durabilidad va depender entonces de la carga vehicular y los cambios e inclemencia del clima, no alcanzando siempre su vida útil para la que fue diseñada. (p.15)

Tiempo de vida útil

Valdés, Pérez y Martínez (2014) refirieron:

Las pruebas de fatiga en mezclas asfálticas tradicionales indican que tienden a ser más rígidas y su pendiente es menor a la ley de fatiga, esta característica la hace muy frágil, disminuyendo el tiempo de duración. Caso contrario de las mezclas menos rígidas que tienen un rango de vida más amplio. Las mezclas tradicionales por sus componentes (granulometría) presentan fallas de fisuración, deformándose por los cambios ambientales y la carga sostenida de forma continua. (p.91)

Costo

Orobio y Gil (2015) refirieron:

El pavimento flexible con mezclas tradicionales requiere de todos los materiales para que esta pueda ser ejecutada, siendo el betún el más costoso, así como el concreto asfáltico mezclado en caliente, método más usado en las pavimentaciones. A diferencia de otros métodos de mezclas asfálticas, que hacen reúso de materiales, aquí no se emplean residuos, por lo que conlleva a un costo promedio, debido a que se usaran materiales nuevos para toda la pavimentación. (p.8)

1.3.14 Tipos de mezclas asfálticas tradicionales

Mezclas de gradiente denso

Dunn, Fosdick y Slemrod (2013) indicaron:

Una mezcla densa es una mezcla de asfalto caliente bien graduada para uso general. Cuando se diseña y construye correctamente, una mezcla densa relativamente impermeable se denomina por su tamaño máximo nominal de agregados y pueden clasificarse además como de grado fino o grueso. Las mezclas de gradiente fino tienen partículas más finas y de arena que las mezclas de grado grueso. Es apto para todas las capas de pavimento y para todas las condiciones del tráfico. Funciona bien para necesidades estructurales, de fricción, nivelación y parchado. (p.111)

Asfalto de matriz de piedra (SMA)

Sarang, Lekha, Geethu y Shankar (2015) señalaron:

El asfalto de matriz de piedra (SMA), a veces llamado asfalto de almáciga de piedra, es una mezcla caliente de gradiente de calidad. Desarrollado originalmente en Europa para maximizar la resistencia al rozamiento y la durabilidad. El objetivo del diseño de la mezcla es crear un contacto de piedra contra piedra dentro de la mezcla. Dado que los agregados no se deforman tanto como el aglutinante de asfalto bajo carga, este contacto de piedra sobre piedra reduce en gran medida la formación de surcos. SMA es generalmente más costoso que una típica mezcla asfáltica tradicional caliente. Es de grado denso porque requiere agregados más duraderos, mayor contenido de asfalto, aglutinante de asfalto modificado y fibras. (p.137)

De igual forma Awanti (2013) indicó:

En las situaciones correctas, es rentable debido a su mayor resistencia a la rodadura y a su durabilidad mejorada. SMA, se ha utilizado en los EE. UU. Desde aproximadamente 1990. Otros beneficios reportados de SMA incluyen la fricción en clima húmedo (debido a una textura superficial más gruesa), menor ruido en los neumáticos (debido a una textura superficial más gruesa) y grietas reflectivas menos severas. Los rellenos minerales y los aditivos se utilizan para minimizar el drenaje del aglutinante de asfalto durante la construcción, aumentar la cantidad de

aglutinante de asfalto utilizado en la mezcla y mejorar la durabilidad de la mezcla.
(p.61)

Mezclas de grado abierto

Adnan y Shafi (2017) expresaron:

A diferencia de las mezclas de gradiente denso y SMA, una mezcla de grado abierto está diseñada para ser permeable al agua. Las mezclas de clasificación abierta usan solo piedra triturada (o grava) y un pequeño porcentaje de arenas fabricadas. Es más caro por tonelada que HMA de grado denso, pero el peso unitario de la mezcla cuando está en el lugar es menor, lo que compensa parcialmente el costo por tonelada más alto. La gradación abierta crea poros en la mezcla, que son esenciales para la función adecuada de la mezcla. Todo lo que tiende a obstruir estos poros, como el tráfico a baja velocidad, suciedad excesiva en la carretera puede degradar el rendimiento. (p.8)

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

- ¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible- Lima, 2018?

1.4.2 Problemas Específicos

- ¿En qué proporción el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional mejora la durabilidad con respecto al pavimento flexible - Lima, 2018?
- ¿En qué medida el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional incrementa el tiempo de vida útil con respecto al pavimento flexible - Lima, 2018?
- ¿En qué magnitud el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional permite minimizar costos en el pavimento flexible - Lima, 2018

1.5. Justificación del estudio

Lo relevante de la realización de este proyecto de investigación se encuentra en la conservación de materiales, protección del medio ambiente y la economía en los procesos de construcción y rehabilitación. Al mismo tiempo, someter la idea de utilizar polímeros en las mezclas asfálticas de pavimentos para ampliar su periodo de vida útil, teniendo en cuenta que pueden servir para nuevas carpetas asfálticas que se llevaran a cabo en las futuras carreteras o proyectos de infraestructura vial. A continuación, se llevará a cabo, la descripción de cada justificación teniendo en cuenta las dimensiones de esta investigación.

1.5.1 Justificación teórica

En este proyecto se da a reconocer que el polímero en pavimentos flexibles genera mejor consistencia en la carpeta asfáltica y no sea la misma ni menos eficiente que el diseño que la carpeta convencional, debido que minimiza el uso de recursos no renovables, al mismo tiempo disminuye la creación de residuos que son los causantes de la contaminación (Paiva y Ramos, 2013).

En el diseño de una mezcla asfáltica con polímeros conlleva a experimentar una tecnología que se adecua a la infraestructura vial, aumenta la capacidad de deslizamiento a la lluvia sobre la carpeta de rodadura, así mismo eleva la resistencia a las velocidades de las cargas, mejora la visibilidad cuando el pavimento se encuentra húmedo, agiliza un buen comportamiento mecánico, minimiza el ruido y generan un pavimento flexible de alto confort (Carrizales, 2015).

1.5.2 Justificación metodológica

El propósito del proyecto de investigación es definir y describir porque se debe optar por un mejor material de calidad, siendo este un material modificador de asfalto que contribuya a minimizar el impacto ambiental. Dándole un mejor uso de los recursos naturales (renovables y no renovables) para el bienestar del medio ambiente (Ballena, 2016).

El análisis al que se tuvo que someter las mezclas asfálticas con polímeros fue para velar por su influencia en el pavimento flexible. Con la finalidad de evaluar sus ventajas y desventajas desde el criterio si el comportamiento sería viable o necesitaría de

una proporción más de agregados para llegar a un grado de diseño que se someta a grandes esfuerzos verticales en el periodo de vida útil (Amado, 2015).

1.5.3 Justificación tecnológica

En este proyecto se ve reflejado que los aspectos técnicos del uso de las mezclas asfálticas con polímeros, en las cuales llevarán muchas ventajas como: mayor durabilidad del asfalto, mayor trabajabilidad en cualquier tiempo climático, mayor tiempo de almacenaje, menores riesgos para los trabajadores, menor desgaste de áreas verdes, menor esfuerzo de compactación, aumenta la aceleración de la mezcla, reducción del fenómeno de segregación térmica, así mismo permite un mayor confort al tránsito (Valeriano y Catacora, 2017).

El método de mezclas asfáltica con polímeros propuesto en la investigación logrará unas mejoras relevantes, como la de reducir reparaciones en el periodo de vida útil, menor mantenimiento, minimizar costos, poco uso de combustible que perjudican al medio ambiente, reduciendo el impacto ambiental que es un tema relevante que en la actualidad se toma con bastante interés (Infante y Vásquez, 2016).

1.5.4 Justificación económica

Los resultados que se pronunciarán en este proyecto de investigación darán a conocer que la infraestructura vial será más viable y seguro, gracias al innovador material como es el polímero optimizando las condiciones de la carpeta asfáltica y así proporcionar una mejor economía para el país (Infante y Vásquez, 2016).

El progreso y desarrollo sostenible de un país debe consistir en la relación de los países en el ámbito del comercio tanto nacionales como internacionales, contribuyendo intercambios de productos las cuales serán innovadores para cada país, generando competencias y demandas, las cuales ayudan a que un país avance progresivamente y su economía ascienda (Silvestre, 2017).

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

- El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional genera resultados que optimizan las propiedades mecánicas en pavimento flexible-Lima, 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

- El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional permite mejorar de forma eficiente la durabilidad en el pavimento flexible-Lima, 2018.
- El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional proporciona un incremento favorable en el tiempo de vida útil en el pavimento flexible- Lima, 2018
- El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional minimiza considerablemente los costos en el pavimento flexible- Lima, 2018

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

- Determinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible Lima, 2018.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Examinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar la durabilidad en el pavimento flexible-Lima, 2018
- Establecer el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para aumentar el tiempo de vida útil en el pavimento flexible-Lima, 2018.
- Distinguir el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para disminuir costos en el pavimento flexible-Lima, 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Esta investigación será experimental, pues se manipula deliberadamente la variable independiente como la que cuantifica las causas con el fin de medir el efecto que tiene la variable dependiente. Esta variable, en este caso muestra las dimensiones relevantes en las que se va a trabajar y a las que estas van a estar enfocadas en el proyecto de tesis como los ejes principales, dando como resultado el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018 (Hernández, 2006, p.58).

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Variable independiente: Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional

Variable dependiente: Optimizar propiedades mecánicas

2.2.2 Operacionalización de variables

Título: Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - lima, 2018

Matriz de Operacionalización de la Variable

Variable	Variable Independiente			
	Definición Conceptual	Definición Operacional	Componentes / Dimensiones	Indicadores
V.1 Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional	<p>Las mezclas asfálticas modificadas son el resultado de la incorporación de polímeros en el asfalto, que vienen hacer componentes estables para las condiciones del clima que se van a presentar, en las que son agregadas al cemento asfáltico en líquido para poder mejorar sus propiedades mecánicas y físicas. Así mismo, disminuir la oxidación y la susceptibilidad ante los cambios de temperatura y humedad. Por lo cual, los polímeros una vez mezclados con el cemento asfáltico, llegan a crear una nueva mezcla con propiedades importantes de elasticidad al asfalto que ha sido modificado (Herrada y Chávez, 2013, p. 14).</p> <p>La compatibilidad del polímero con el asfalto, depende que el modificador sea miscible para garantizar la adecuada modificación que se va a presentar para que la mezcla sea monofásica. Los asfaltos que contengan fracciones de resinas y aromáticas son las que conllevan a ser compatibles con los modificadores, debido a que estas fracciones son las que generan una mayor adherencia con los polímeros. Al mismo tiempo, los asfaltos saturados y asfáltenos son los que tienen una baja compatibilidad con los modificadores, todo este va de la mano con la refinación y fuente del asfalto que se vaya a usar (Ramírez, 2011, p. 33).</p>	<p>El resultado de una mezcla asfáltica con polímeros, dependerá que al adicionar el polímero contenga una determinada estructura química que ofrezca una excelente dispersión al mezclarlo con el asfalto, con el fin de conseguir una consistente estructura de malla. Por lo cual, llegará a un grado de elasticidad que favorecerá en otorgarle una resistencia a la fatiga y un aumento de las propiedades reológicas del asfalto (Wulf, 2008, p. 24).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de Temperatura de mezcla
			<ul style="list-style-type: none"> • Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de Temperatura de Compactación
			<ul style="list-style-type: none"> • (%) de vacíos 	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm³) • Núcleo de asfalto modificado (kg/cm³)
			<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • 3-5% (tradicional) • 3-5% (modificado) • 815 Kn (tradicional) • 815kN (modificado)

Matriz de Operacionalización de la Variable

Variable	Variable Dependiente			
	Definición Conceptual	Definición Operacional	Componentes / Dimensiones	Indicadores
V.2 Optimizar propiedades mecánicas	<p>Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan. Debido a sus propiedades es el material más común en los proyectos de construcción para firmes de carreteras, aeropuertos y aparcamientos. Debido a sus buenas propiedades como impermeabilizante también se usa en el núcleo de ciertas presas como impermeabilizante (Pasandín, 2016, p. 859).</p>	<p>Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan. Debido a sus propiedades es el material más común en los proyectos de construcción para firmes de carreteras, aeropuertos y aparcamientos. Debido a sus buenas propiedades como impermeabilizante también se usa en el núcleo de ciertas presas como impermeabilizante (Pasandín, 2016, p. 859).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones Climáticas
	<p>Una mezcla tradicional densa es una mezcla de asfalto caliente bien graduada para uso general. Cuando se diseña y construye correctamente, una mezcla densa relativamente impermeable se denomina por su tamaño máximo nominal de agregados y pueden clasificarse además como de grado fino o grueso. Las mezclas de gradiente fino tienen partículas más finas y de arena que las mezclas de grado grueso (Fosdick y Slemrod, 2013, p. 111)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Periodo de Vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 – 15 años asfalto tradicional • 20 – 25 años asfalto modificado
	<p>El método tradicional conlleva al uso del asfalto de matriz de piedra (SMA), a veces llamado asfalto de almáciga de piedra, es una mezcla caliente de gradiente de calidad. Desarrollado originalmente en Europa para maximizar la resistencia al rozamiento y la durabilidad. El objetivo del diseño de la mezcla es crear un contacto de piedra contra piedra dentro de la mezcla. Dado que los agregados no se deforman tanto como el aglutinante de asfalto bajo carga, este contacto de piedra sobre piedra reduce en gran medida la formación de surcos (Sarang, Lekha, Geethu y Shankar, 2015, p. 137).</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales • Mantenimiento

2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
V.1 Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional	Al modificar la mezcla asfáltica adicionando polímeros proporcionan una acción superficial iónica, que aumenta la adherencia entre los componentes pétreos y los componentes de asfalto, conservándola aún mejor cuando existe presencia del agua. Así mismo, generan un incremento en la resistencia de las mezclas asfálticas ante la deformación, a los esfuerzos cortantes debido a las cargas repetitivas y lo más relevante a la fatiga. Por consiguiente, minimizan el agrietamiento, mejora las condiciones hacia las variaciones que se dan en los cambios de temperatura respectivamente. Generalmente, estos polímeros se aplican primeramente al cemento asfáltico, para después ser mezclados con los componentes pétreos (Wulf, 2008, p. 23).	El resultado de una mezcla asfáltica con polímeros, dependerá que al adicionar el polímero contenga una determinada estructura química que ofrezca una excelente dispersión al mezclarlo con el asfalto, con el fin de conseguir una consistente estructura de malla. Por lo cual, llegará a un grado de elasticidad que favorecerá en otorgarle una resistencia a la fatiga y un aumento de las propiedades reológicas del asfalto (Wulf, 2008, p. 24).	• Viscosidad	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de Temperatura de mezcla • Rango de Temperatura de Compactación 	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).
			• Densidad	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm³) • Núcleo de asfalto modificado (kg/cm³) 	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).
			• (%) de vacíos	<ul style="list-style-type: none"> • 3-5% (tradicional) • 3-5% (modificado) 	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).
			• Estabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • 815 Kn (tradicional) • 815kN (modificado) 	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).
V.2 Optimizar propiedades mecánicas	Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan (Pasandín, 2016, p. 859). Una mezcla tradicional densa es una mezcla de asfalto caliente bien graduada para uso general. Cuando se diseña y construye correctamente, una mezcla densa relativamente impermeable se denomina por su tamaño máximo nominal de agregados y pueden clasificarse además como de grado fino o grueso (Fosdick y Slemrod, 2013, p. 111).	Las mezclas se pueden hacer con pavimento de asfalto 100% reciclado. Estas mezclas son económica y ambientalmente amigables. Las mezclas asfálticas recicladas se pueden triturar, clasificar, mezclar y colocar en el sitio utilizando emulsiones rejuvenecedoras diseñadas a medida (Guio y Sánchez, 2015, p. 382).	• Durabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones Climáticas • Condiciones de Trafico 	• Observación inestructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Periodo de Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> • 10-15 años asfalto tradicional • 20-25 años asfalto modificado 	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de razón (Belloso, 2010, p. 243).
			• Costos	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales • Mantenimiento 	• Observación inestructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Belloso, 2010, p. 243).

2.3 Población y muestra

Población

56 briquetas de asfalto modificado y tradicional

Muestra

28 briquetas de asfalto modificado con polímero SBS y 28 briquetas de asfalto tradicional

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

En la tesis se empleará la técnica de observación de datos, las cuáles se obtendrán dentro del periodo de estudio y en cada una de las mezclas asfálticas (Arias, 2006, p. 53).

Instrumentos

El instrumento a usar es la ficha o guía de observación de indicadores, los cuales contendrán de manera detallada los datos que arrojen las mejoras del objeto de estudio, antes y después del análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímero y tradicional (Hernández, 2006, p. 316).

Validez y confiabilidad

La validez del instrumento será realizada por juicio de expertos, es decir, docentes especializados que darán su veredicto, respecto a la coherencia y claridad de la guía de observación. Lo cual ha sido validado en un intervalo de 81 al 100 por ciento por los expertos las cuales el instrumento puede ser utilizado para ser aplicado, tal como está elaborado (Hernández, 2006, p. 107).

2.5 Métodos de análisis de datos

Los datos recogidos serán analizados estadísticamente, incidiendo en el análisis descriptivo, teniendo en cuenta una serie de normativas regidas por un manual de carreteras que orienta a la obtención de los resultados de laboratorio in situ (Sabino, 2003, p. 103).

- a) ASTM D 422, NTP 339 – Análisis granulométrico por tamizado.
- b) ASTM C-136 – Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global.
- c) ASTM D 2216, NTP 339– Contenido de humedad.
- d) ASTM D 2172, MTC E502 – Lavado Asfáltico.
- e) ASTM D 546, MTC E 503 – Reporte granulométrico del lavado asfáltico.
- f) MTC E 205, 206 – Gravedad específica y Absorción.
- g) ASTM D 1559, MTC E 504 – Estabilidad y flujo Marshall.
- h) MTC E – 114 – Equivalente de Arena
- i) ASTM D 1559, MTC E 504 – Elaboración de briquetas Marshall.
- j) ASTM D 4867 – Prueba estándar para el efecto de la humedad en asfalto.

2.6 Aspectos éticos

Los datos recopilados serán incluidos tal como se muestre en el trabajo de campo, estos se obtendrán por el tesista. Para recopilar los datos a través de la observación y la guía de análisis de contenidos, se contará con el apoyo de personas que trabajan en las diferentes áreas del proyecto en estudio. Esta tesis tomará como referencia tesis de registro nacional de investigaciones de la SUNEDU que tengan tesis relacionados a los constructos de esta investigación y de repositorios de tesis, revistas científicas a nivel internacional (Balestrini, 2003, p. 186).

III. RESULTADOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Situación geográfica y límites

Lima se encuentra en la zona costera del Perú, geográficamente se ubica con una latitud de 12°02'35'' S, longitud de 77°01'41'' O y una altitud de 152 msnm, teniendo como límites:

Por el Norte: Ancash

Por el Este: Huánuco, Pasco y Junín

Por el Sur: Ica y Huancavelica

Por el Oeste: Provincia Constitucional del Callao y Océano Pacífico

3.1.2 Condiciones climáticas

Datos climáticos promedio de las temperaturas, precipitaciones y horas de luz que se dan en el cambio de estaciones del departamento de Lima, entre ellas tenemos a:

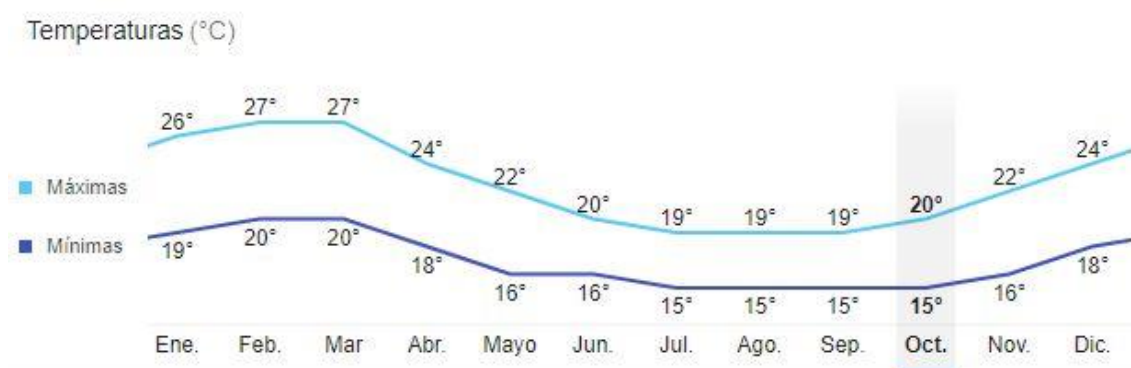


Figura 11. Parámetros de temperatura promedio mensual especificando un máximo y un mínimo (NOAA).



Figura 12. Parámetros de precipitación promedio mensual especificando la lluvia caída en milímetros de agua (NOAA).

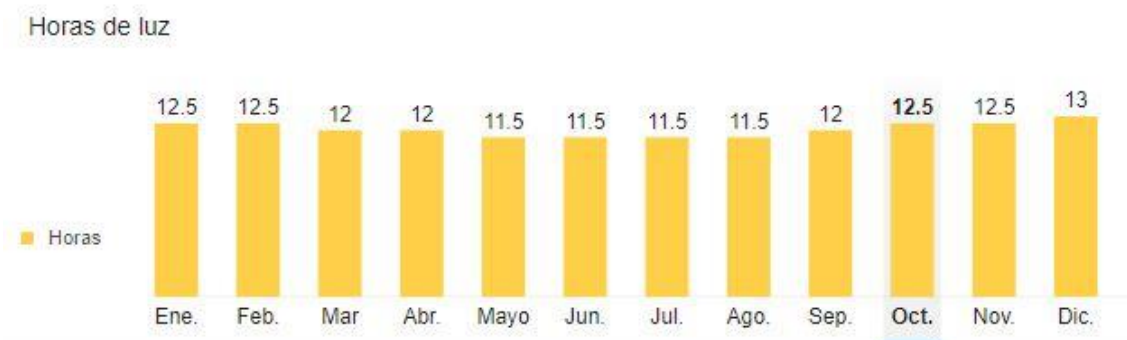


Figura 13. Parámetros de horas de luz promedio mensual en función de las horas (NOAA).

3.1.3 Condiciones de tráfico

Registros del parque automotor en vínculo con los vehículos existentes en cada región, resaltando la zona estudiada Lima. Por tanto, se ve reflejado que en Lima se genera mayor efecto abrasivo de neumáticos debido al tráfico vehicular que se muestra a continuación:

Tabla 07. Parque automotor nacional por clase de vehículo según departamento – tráfico ligero (MTC).

Departamentos	CLASES DE VEHÍCULOS				
	Automóvil	Station Wagon	Camionetas		
			Pick-up	Rural	Panel
TOTAL	1'167.041	403.193	283.479	365.316	43.387
Lima/ Callao	807.529	284.251	163.793	236.502	31.006
La Libertad	77.440	21.459	25.037	18.382	1.372
Arequipa	89.335	14.236	21.353	27.142	1.989
Cusco	29.313	12.253	9.108	11.300	587
Lambayeque	30.741	5.908	9.192	9.418	1.034
Junín	22.296	12.308	8.749	9.715	295
Piura	23.771	4.922	10.378	7.915	400
Tacna	18.040	11.476	4.777	5.580	1.556
Puno	8.711	8.867	4.740	14.029	3.246
Ancash	14.484	5.472	4.009	5.555	235
Los demás	45.381	22.041	22.343	19.778	1.676

Tabla 08. Parque automotor nacional por clase de vehículo según departamento
– tráfico pesado (MTC).

Departamentos	CLASES DE VEHÍCULOS		
	Camión	Remolcador	Remolque Semirem
TOTAL	213.155	43.604	62.425
Lima/ Callao	116.601	29.520	33.276
La Libertad	21.208	4.548	13.522
Arequipa	16.853	4.804	7.118
Cusco	8.160	281	66
Lambayeque	8.088	572	1.960
Junín	9.231	881	1.435
Piura	5.503	518	373
Tacna	4.727	614	909
Puno	4.887	297	357
Ancash	2.415	199	233
Los demás	15.482	1.370	3.176

Tabla 09. Parque automotor nacional por clase de vehículo según departamento
– total de vehículos (MTC).

Departamentos	TOTAL
TOTAL	2'661.719
Lima / Callao	1'752.919
La Libertad	190.073
Arequipa	187.929
Cusco	73.997
Lambayeque	68.261
Junín	67.049
Piura	55.060
Tacna	49.382
Puno	47.696
Áncash	33.542
Los demás	135.811

3.2 Ensayos de laboratorio

En el presente desarrollo de proyecto de investigación elaborada se tomó en cuenta el Manual de Carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), con fines de establecer los parámetros de utilidad según sean las condiciones climáticas y condiciones de tráfico de la zona en la cual se usará la mezcla asfáltica.

3.2.1 Pavimento Flexible (Manual de Carreteras MTC EG-2013)

3.2.1.1 Sección 415 – Disposiciones Generales (Manual de Carreteras MTC EG-2013)

Así mismo deben cumplir estándares de inclusión de aditivos, tales como: polímeros, rejuvenecedores, u otro producto garantizado, con los ensayos correctos. Por lo cual, las especificaciones técnicas determinarán el tipo de aditivo y deben cumplir las especificaciones de la dosificación y dispersión homogénea del aditivo adicionado en el asfalto modificado y las mezclas asfálticas obtenidas.

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Figura 14. Selección del tipo de cemento asfáltico (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) ⁽¹⁾	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ⁽²⁾											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm ⁽³⁾	MTC E 306			50		75		100		100	

Figura 15. Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

Características	Grado de Viscosidad				
	AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta a 60°C, Poises	250±50	500±100	1.000±200	2.000±400	4.000±800
Viscosidad Cinemática, 135°C St mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr, 5 s mínimo	200	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	99	99	99	99	99
Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina					
➤ Viscosidad Absoluta, 60°C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
➤ Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	100	100	50	20	10
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ⁽¹⁾					
Solvente Nafta – Estándar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Figura 16. Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

3.2.1.2 Sección 423 - Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente (Manual de Carreteras MTC EG-2013)

En el presente desarrollo de tesis se mostrará los estándares y parámetros con las que se va a trabajar para el ensayo de laboratorio, utilizando el método Marshall. Por lo tanto, la sección 423 optimiza normativas para poder llevar a cabo el control de calidad y realizar el diseño de mezcla asfáltica modificada y tradicional. Así mismo, el procedimiento que se va a realizar está en función al Manual de Carreteras MTC EG – 2013 lo que implica calidad y conformidad de los resultados del procedimiento in situ en el laboratorio.

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.

Figura 17. Requerimientos para los agregados gruesos (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

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.º 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.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Salas Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Figura 18. Requerimientos para los agregados finos (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Esta gradación de la MAC, tendrá que estar en los parámetros granulométricos que se visualizan en la **figura 19**. Correspondientemente las gradaciones están en función al Instituto del Asfalto y la ASTM D 3515.

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.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Figura 19. Gradación para mezcla asfáltica en caliente - MAC (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

Requerimientos de construcción

El control de calidad de la mezcla asfáltica, deberá estar dentro de las normativas y exigencias que presta este Manual de Carreteras para poder llegar a las mezclas que se mencionan en la **figura 20** y **figura 21**, con respecto al tipo de mezcla que se valla a desarrollar, relacionado al diseño del proyecto que se va a manipular.

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.		

Figura 20. Requisitos para mezcla asfáltica (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

- (1) Actualmente se tiene registrados tramos hechos en el Perú que están en el rango de 2% - 4% (es recomendable que tienda al 2%) con resultados convenientes en gradientes térmicas de climas fríos que sobrepasan los 3000 m.s.n.m. que se sensibiliza usar en este tipo de casos.
- (2) La correspondencia entre el contenido del ligante asfáltico y el porcentaje del agregado fino en peso que se retiene en el tamiz 0,075 mm, vendría hacer el porcentaje total de la mezcla en peso.
- (3) Para lugares con un clima frío es recomendable que la correlación Estabilidad/flujo llegue a la mínima magnitud posible.
- (4) El Índice de Compactibilidad mínimo es 5.

El Índice de Compactibilidad se demuestra como: $\frac{1}{\text{GEB } 50 - \text{GEB } 5}$

Por lo tanto, GEB50 y GEB5 son las gravedades específicas bulk de las briquetas de asfalto a 50 y 5 golpes.

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.

Figura 21. Requisitos de adherencia (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º 8)	21	-
4,75 mm (N.º 4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (½")	15	14
19,0 mm (¾")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 ½")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

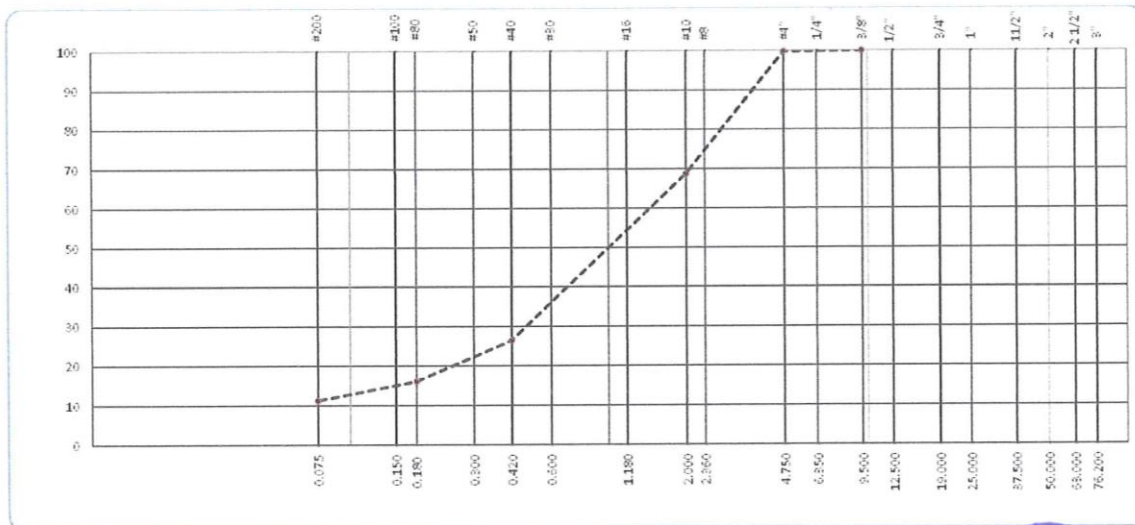
Figura 22. Vacíos mínimos en el agregado mineral – VMA (Manual de Carreteras MTC EG – 2013).

**CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS
SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS EG – 2013**

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante (s)	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	Especialidad: Ingeniería Civil	
Fecha emisión informe	: 21/11/2018			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Cantera "Excalibur"			
Descripción	: Arena triturada			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Acum.L.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo <u>729.70</u> g Peso seco <u>720.34</u> g Contenido de humedad <u>1.3</u> % Limite líquido <u>N.P.</u> Limite plástico <u>N.P.</u> Azul de metileno <u>6.0</u> mg/g Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500			100.0		
1/4"	6.350					
# 4	4.750	1.11	0.15	0.15	99.85	
# 8	2.360					
# 10	2.000	224.32	31.14	31.30	68.70	
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420	304.91	42.33	73.62	26.38	
# 50	0.300					
# 80	0.180	74.40	10.33	83.95	16.05	
# 100	0.150					
# 200	0.075	34.93	4.85	88.80	11.20	
>200		80.67	11.20	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



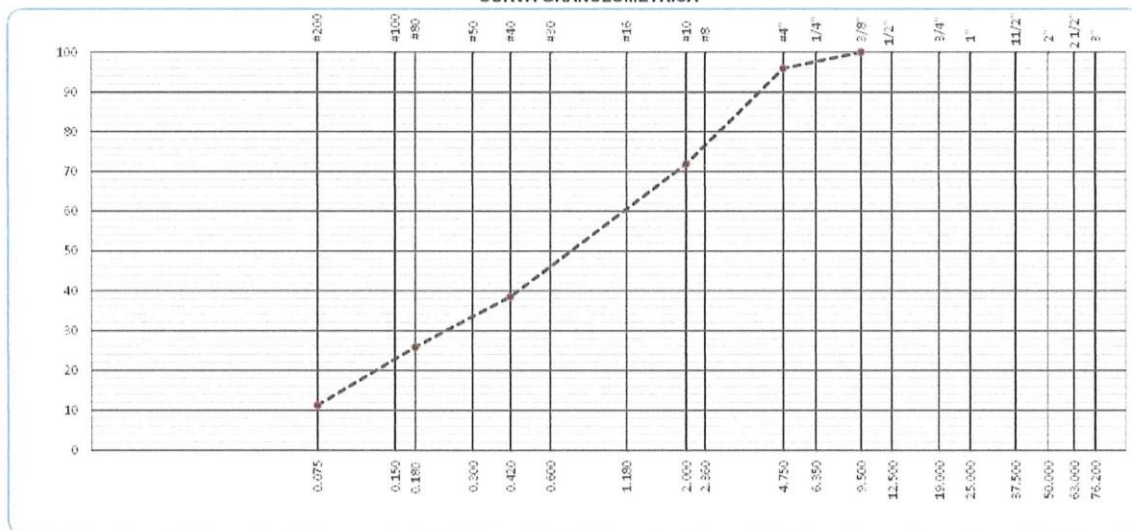
Figura 23. Análisis granulométrico de la arena triturada – ASTM C136 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante (s)	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez		Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	: 21/11/2018			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Cantera "Gloria"			
Descripción	: Arena zarandeada			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante	
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante	
3"	76.200					
2 1/2"	63.000					Peso húmedo 900.00 g
2"	50.000					Peso seco 891.09 g
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					Contenido de humedad 1.0 %
1/2"	12.500					Límite líquido N.P.
3/8"	9.500				100.00	Límite plástico N.P.
1/4"	6.350					Azul de metileno 20.0 mg/g
# 4	4.750	36.61	4.1	4.11	95.89	
# 8	2.350					
# 10	2.000	214.03	24.0	28.13	71.67	
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420	297.54	33.4	61.52	38.48	Observaciones
# 50	0.300					Especificaciones Técnicas MTC'EG - 2013'
# 60	0.180	112.12	12.6	74.10	25.90	Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
# 100	0.150					
# 200	0.075	130.29	14.6	88.72	11.28	
>200		100.50	11.3	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMÉTRICA




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

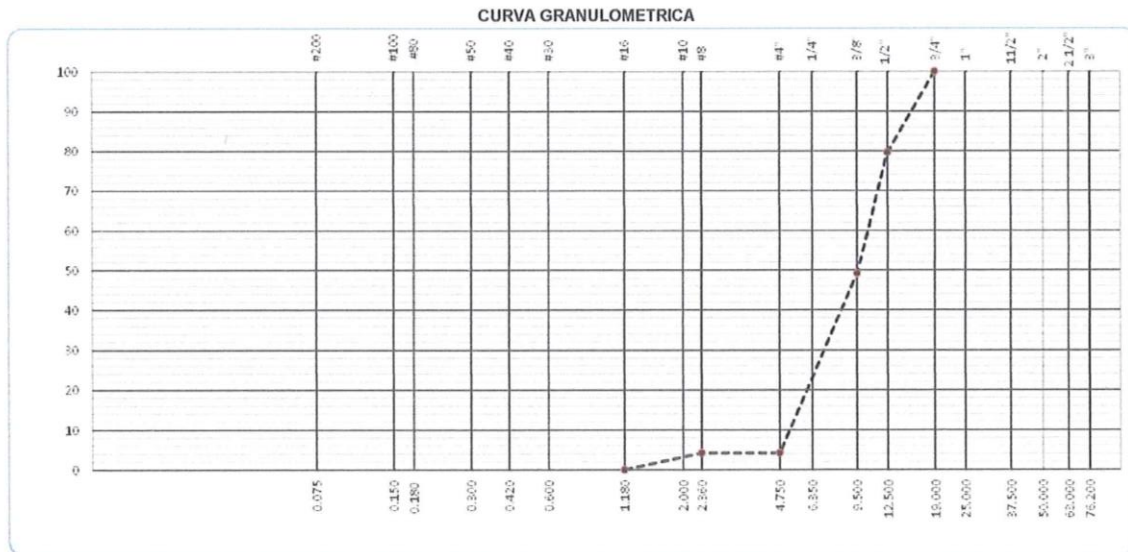

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 24. Análisis granulométrico de la arena zarandeada – ASTM C136 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante (s)	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	Especialidad: Ingeniería Civil	
Fecha emisión informe	: 21/11/2018			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Cantera "Carapongo"			
Descripción	: Grava triturada			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	mm	Retenid.	Retenido	Acumul.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo 0.00 g Peso seco 4000.00 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					Contenido de humedad 0.0 %
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					Limite liquido _____ Limite plástico _____
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500	814.0	20.4	20.4	79.7	Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
3/8"	9.500	1220.0	30.5	50.9	49.2	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	1800.0	45.0	95.9	4.2	
# 8	2.300					
# 10	2.000	166.0	4.2	100.0	0.0	
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420					
# 50	0.300					
# 60	0.250					
# 100	0.150					
# 200	0.075					
>200		0.0	0.0	100.0	0.0	




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

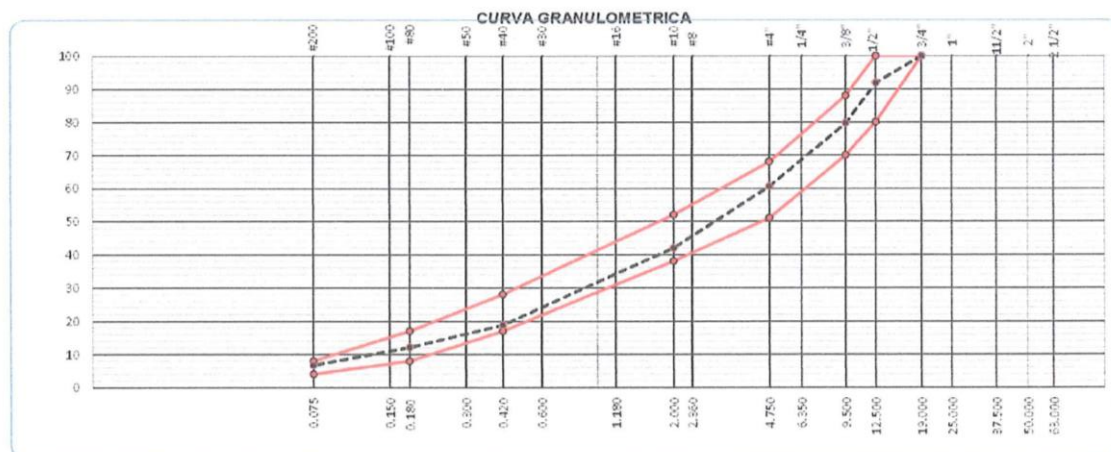

Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 25. Análisis granulométrico de la grava triturada – ASTM C136 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"		
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	21/11/2018	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	Mezcla de canteras		
Descripción	Diseño MAC N° 02		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)			

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO	PORCENTAJE			MAC - 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							Peso Inicial	5611.4
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena triturada	35.0
1"	25.000							Arena natural	25.0
3/4"	19.000				100.0	100	100	Grava triturada	40.0
1/2"	12.500	456.8	8.1	8.1	91.9	80	100		100.0
3/8"	9.500	684.6	12.2	20.3	79.7	70	88	Observaciones	
1/4"	6.350								
#4	4.750	1070.7	19.1	39.4	60.6	51	68		
#8	2.360								
#10	2.000	1041.7	18.6	58.0	42.0	38	52		
#16	1.180								
#20	0.840								
#30	0.600								
#40	0.420	1299.8	23.2	81.1	18.9	17	28		
#50	0.300								
#80	0.180	379.4	6.8	87.9	12.1	8	17		
#100	0.150								
#200	0.075	300.4	5.4	93.3	6.7	4	8		
>200		378.2	6.7	100.0	0.0				





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 26. Análisis granulométrico, diseño MAC N° 2 – ASTM C136 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01
				Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	:	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	21/11/2018			
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	:	Cantera "Carapongo"			
Descripción	:	Grava triturada			
INFORME DE ENSAYO ABRASIÓN LOS ANGELES (MTC E207)					
MUESTRA	1	2	3	4	5
GRADACIÓN	"B"	"B"			
PESO MUESTRA	5000	5000			
1.1/2" - 1"					
1" - 3/4"					
3/4" - 1/2"	2500	2500			
1/2" - 3/8"	2500	2500			
3/8" - 1/4"	-	-			
1/4" - Nº 4	-	-			
Nº 4 - Nº 8	-	-			
RETENIDO Nº12	4400	4409			
PASA Nº 12	600	591			
% DESGASTE	12.0	11.8			
PROMEDIO	11.9 %				


Observaciones :


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 27. Informe de ensayo abrasión los ángeles en grava triturada – MTC E207 (Fuente: Elaboración propia).


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"					
Solicitante (s)	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez		Institución:	Universidad Cesar Vallejo		
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialidad:	Ingeniería Civil		
Fecha emisión informe	: 21/11/2018		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)					
Identificación	: Cantera "Carapongo"					
Descripción	: Grava triturada					
INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)						
MUESTRA						
		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde (g)	17866.0	17873.0	17849.0		
B	Peso Molde (g)	4141.0	4141.0	4141.0		
C	Peso de Material (g)	13725	13732	13708		
D	Volumen del Molde (g)	9308.5	9308.5	9308.5		
E	Peso Unitario (kg/m3)	1474.5	1475.2	1472.6		

PROMEDIO	1474.1 kg/m3
----------	--------------


PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA						
		1	2	3		4
A	Peso Mat.+ Molde (g)	18612.0	18629.0	18618.0		
B	Peso Molde (g)	4141	4141	4141		
C	Peso de Material (g)	14471	14488	14477		
D	Volumen del Molde (g)	9308.5	9308.5	9308.5		
E	Peso Unitario Varillado (kg/m3)	1554.6	1556.4	1555.2		

PROMEDIO	1555.5 kg/m3
----------	--------------

Observaciones:




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 28. Informe de ensayo pesos unitarios – MTC E203 y peso unitario compactado en grava triturada (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Carapongo" Descripción : Grava triturada						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)						
AGREGADO GRUESO						
	MUESTRA	1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire) (g)	826.0	845.0			
B	Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua) (g)	521	535			
C	Vol de masa + Vol de vacíos (cc)	305.00	314.0			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	821.00	840.0			
E	Vol de masa (g)	300.00	309.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.692	2.675			2.683
G	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.708	2.691			2.700
H	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.737	2.718			2.728
I	% de absorción	0.6	0.6			0.6

Observaciones:




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 29. Informe de ensayo gravedad específica y absorción en grava triturada – MTC E206 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Carapongo" Descripción : Grava triturada				
INFORME DE ENSAYO PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (MTC E210)				

Porcentaje con una cara fracturada

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	450.2	450.2	100.0	40.24	40.24
1/2"	3/8"	348.0	348.0	100.0	31.11	31.11
3/8"	1/4"	320.5	320.5	100.0	28.65	28.65

TOTAL 100.0 %

Porcentaje con dos o más caras fracturadas

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	450.2	450.2	100.0	40.24	40.24
1/2"	3/8"	348.0	348.0	100.0	31.11	31.11
3/8"	1/4"	320.5	320.5	100.0	28.65	28.65
Total:						

TOTAL 100.00 %


Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 30. Informe de ensayo porcentaje de caras fracturadas en grava triturada – MTC E210 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Carapongo" Descripción : Grava triturada				
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791)				

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	%	(CxD)/100
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	450.2	14.0	3.1	40.24	1.25
1/2"	3/8"	348.0	15.1	4.3	31.11	1.35
3/8"	1/4"	320.5	13.2	4.1	28.65	1.18
TOTAL					3.78 %	


Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 31. Partículas chatas y alargadas en grava triturada – ASTM D4791
 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"		
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	:	21/11/2018	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Cantera "Excalibur"		
Descripción	:	Arena triturada		
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)				

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	1	2	3	4
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación	08:30	08:38		
Hora de salida de saturación (10')	08:40	08:48		
Hora de entrada a decantación	08:42	08:50		
Hora de salida de decantación (20')	09:02	09:10		
Lectura Inicial pulg	5.0	5.0		
Lectura Final pulg	3.3	3.2		
Equivalente de Arena	66.0	64.0		

PROMEDIO	65.0 %
----------	--------


Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 32. Equivalente de arena en arena triturada – MTC E514 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018

Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"
Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 21/11/2018

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Excalibur"
Descripción : Arena triturada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde (g)	6070.0	6075.0	6080.0		
B	Peso Molde (g)	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material (g)	4246	4251	4256		
D	Volumen del Molde (g)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario (kg/m ³)	1510	1511	1513		

PROMEDIO	1511 kg/m ³
----------	------------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde (g)	6580.0	6576.0	6578.0		
B	Peso Molde (g)	1824	1824	1824		
C	Peso de Material (g)	4756	4752	4754		
D	Volumen del Molde (g)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1691	1690	1690		

PROMEDIO	1690 kg/m ³
----------	------------------------

Observaciones:




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 33. Informe de ensayo pesos unitarios – MTC E203 y peso unitario compactado en arena triturada (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/1208						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Excallibur" Descripción : Arena triturada						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)						
AGREGADO FINO						
	MUESTRA	1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			
B	Peso fiola calibrada con agua (g)	697.49	697.49			
C	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1197.49	1197.49			
D	Peso del mat. + peso fiola + H2O (g)	1006.37	1006.55			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	191.12	190.94			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	498.02	497.97			
G	Vol. de masa (g)	189.14	188.91			
H	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.606	2.608			2.607
I	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.616	2.619			2.617
J	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.633	2.636			2.635
K	% de absorción	0.4	0.4			0.4

Observaciones:




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 34. Informe de ensayo gravedad específica y absorción en arena triturada – MTC E206 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Gloria" Descripción : Arena zarandeada				
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)				

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	1	2	3	4
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación	10:30	10:38		
Hora de salida de saturación (10')	10:40	10:48		
Hora de entrada a decantación	10:42	10:50		
Hora de salida de decantación (20')	11:02	11:10		
Lectura Inicial pulg	6.5	6.4		
Lectura Final pulg	2.9	2.9		
Equivalente de Arena	44.6	45.3		

PROMEDIO	45.0 %
----------	--------


Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 35. Equivalente de arena en arena zarandeada – MTC E514 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante (s)	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez		Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	: 21/11/2018			

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Cantera "Gloria"
 Descripción : Arena zarandeada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde (g)	6618.0	6638.0	6635.0		
B	Peso Molde (g)	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material (g)	4794	4814	4811		
D	Volumen del Molde (g)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario (kg/m3)	1704	1712	1711		

PROMEDIO	1709 kg/m3
----------	------------

PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde (g)	7203.0	7185.0	7197.0		
B	Peso Molde (g)	1824	1824	1824		
C	Peso de Material (g)	5379	5361	5373		
D	Volumen del Molde (g)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado (kg/m3)	1912	1906	1910		

PROMEDIO	1909 kg/m3
----------	------------

Observaciones:




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 36. Informe de ensayo pesos unitarios – MTC E203 y peso unitario compactado en arena zarandeada (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-008-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Gloria" Descripción : Arena zarandeada						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)						
AGREGADO FINO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			
B	Peso fiola calbrada con agua (g)	697.49	697.49			
C	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1197.49	1197.49			
D	Peso del mat. + peso fiola + H2O (g)	1009.97	1009.40			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	187.52	188.09			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	495.56	495.40			
G	Vol. de masa (g)	183.08	183.49			
H	Peso específico bulk (base seca) (g /cc)	2.643	2.634			2.638
I	Peso específico bulk (base saturada) (g /cc)	2.666	2.658			2.662
J	Peso específico aparente (base seca) (g /cc)	2.707	2.700			2.703
K	% de absorción	0.9	0.9			0.9

Observaciones:



 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



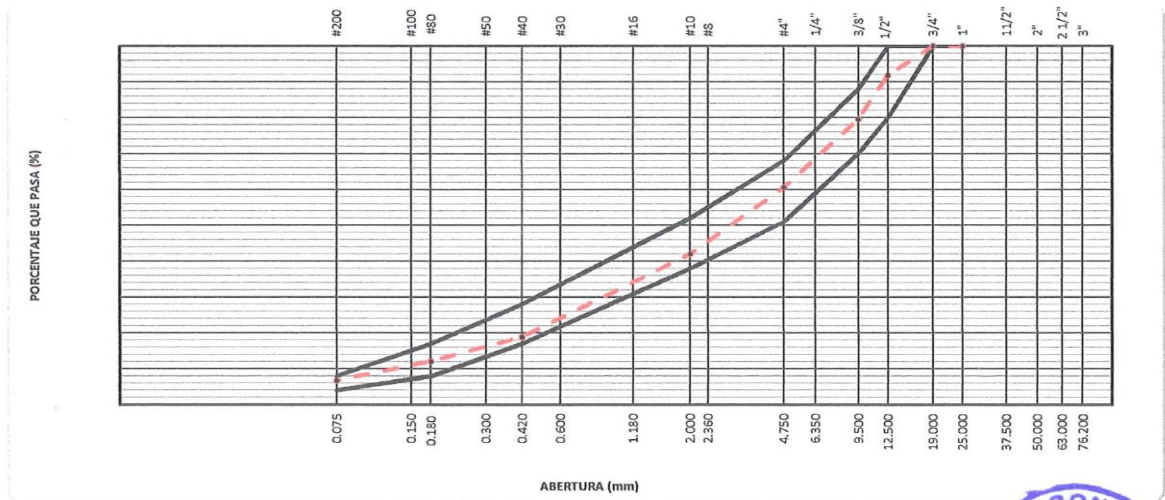
Figura 37. Informe de ensayo gravedad específica y absorción en arena zarandeada – MTC E206 (Fuente: Elaboración propia).

**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA TRADICIONAL SEGÚN MANUAL DE
CARRETERAS EG – 2013**

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Responsable de asesoría	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad César Vallejo	
Fecha emisión informe	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Fecha:	21/11/2018	
			Especialidad: Ingeniería Civil Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Mezcla de canteras			
Descripción	: Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Reterido	Acumal.	Pasante				
3"	76.200								Peso total : 5611.4 g Fracción finos : 0.0 g
2 1/2"	63.000								
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000				100.0	100	100		
1/2"	12.500	456.8	8.1	8.1	91.9	80	100		
3/8"	9.500	684.6	12.2	20.3	79.7	70	88		
1/4"	6.350								
# 4	4.750	1070.7	19.1	39.4	60.6	51	68		
# 8	2.360								
# 10	2.000	1041.7	18.6	58.0	42.0	38	52		
# 16	1.180								
# 30	0.600								
# 40	0.420	1299.8	23.2	81.1	18.9	17	28	Arena triturada	35.0%
# 80	0.180	379.4	6.8	87.9	12.1	8	17	Arena zarandeada	25.0%
# 100	0.150							Grava triturada	40.0%
# 200	0.075	300.4	5.4	93.3	6.7	4	8		
>200		77.7	1.4	94.6					

CURVA GRANULOMETRICA






 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.




Figura 38. Análisis granulométrico en asfalto tradicional – ASTM C136
(Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS						Código:	SI-AT-TA	
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez		Institución: Universidad César Vallejo			Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto						
Fecha emisión Informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	: Mezcla de canteras								
Descripción	: Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación Polvo/Asfalto								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0,01" (0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





Figura 39. Informe de ensayo Marshall con 4.4% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Código:	SI-AT-TA	
								Versión:	V-01	
								Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución: Universidad César Vallejo				Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	21/11/2018								
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	:	Mezcla de canteras								
Descripción	:	Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.9				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.49				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.61				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc					2.683				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669				
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1194.0	1190.0	1192.0			
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1196.0	1191.0	1193.0			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				690.0	687.0	685.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				506.0	504.0	508.0			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.360	2.361	2.346	2.356		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.494				
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.4	5.3	5.9	5.5	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.694				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.68				
22	% de Asfalto Efectivo					4.25				
23	Relacion Filler/Betun					0.6			0.6 - 1.3	
24	V.M.A.				15.2	15.1	15.7	15.3	14	
25	% Vacios llenos con C.A.				64.6	64.9	62.3	64.0		
26	Flujo 0,01'(0,25 mm)				14.0	13.0	14.0	13.7	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1453	1381	1400			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1511	1436	1456	1468	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo				4317	4419	4160	4299	1700 - 4000	


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 40. Informe de ensayo Marshall con 4.9% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez		Institución: Universidad César Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil				
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto						
Fecha emisión informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.29			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.31			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1194.0	1196.0	1194.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1195.0	1197.0	1195.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				691.0	692.0	693.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.0	505.0	502.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.369	2.368	2.378	2.372	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.480			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.5	4.5	4.1	4.4	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.700			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.78			
22	% de Asfalto Efectivo					4.67			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.3	15.3	15.0	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				70.7	70.6	72.6	71.3	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1388	1353	1325		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1422	1407	1378	1402	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4064	3752	3936	3917	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 41. Informe de ensayo Marshall con 5.4% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS						Código:	SI-AT-TA	
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez		Institución: Universidad César Vallejo			Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto						
Fecha emisión Informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.10			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.00			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1196.0	1197.0	1199.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1198.0	1198.0	1200.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				693.0	691.0	692.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.0	507.0	508.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.368	2.361	2.360	2.363	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.461			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.8	4.1	4.1	4.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.699			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.76			
22	% de Asfalto Efectivo					5.18			
23	Relacion Filler/Betun					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.8	16.0	16.1	16.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				76.2	74.7	74.6	75.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				15.0	14.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1372	1308	1343		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1427	1358	1396	1394	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3806	3881	3989	3892	1700 - 4000

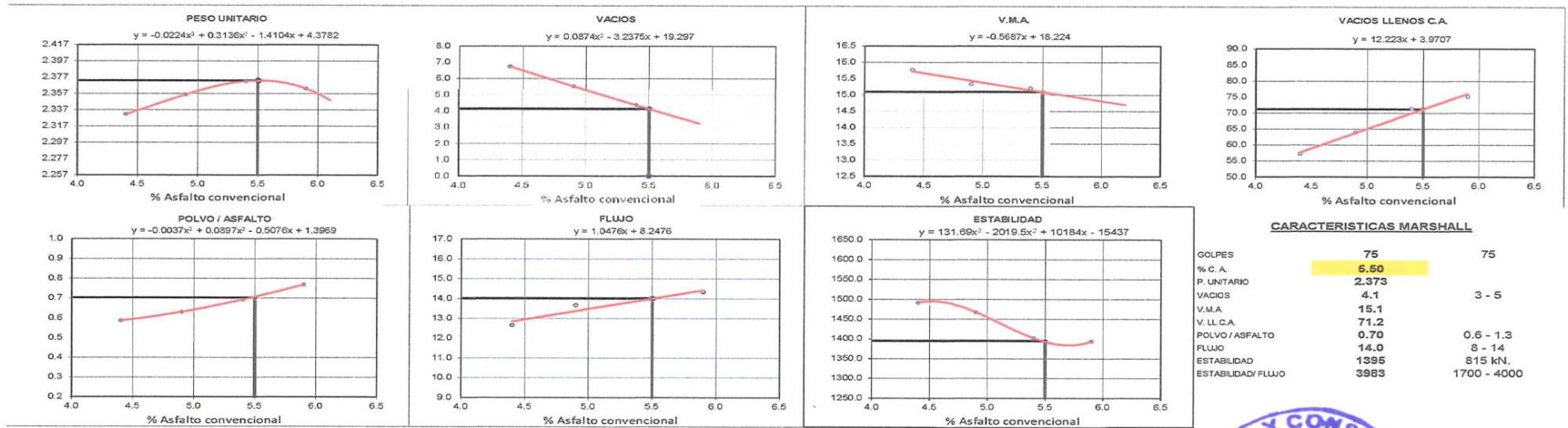

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 42. Informe de ensayo Marshall con 5.9% de cemento asfáltico tradicional – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"		
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez	Institución:	Universidad César Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	:	21/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)		
DETERMINACION DEL OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO CURVAS DE ENERGIA DE COMPACTACION CONSTANTE				



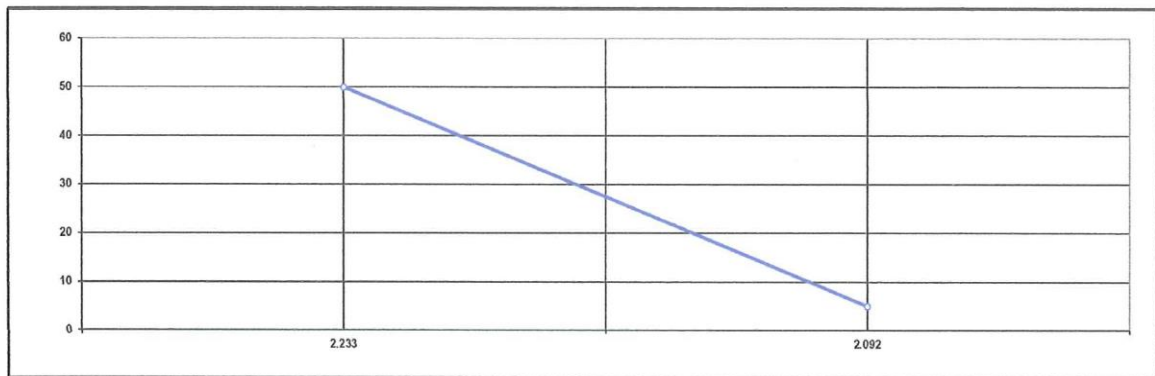

 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 43. Determinación del óptimo de cemento asfáltico tradicional para curvas de energía de compactación constante (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Código:	SI-AT-TA
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto	Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)			
INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD			



N° de Muestras	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1193.0	1185.1	1188.6	1189.9
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1199.9	1190.2	1201.5	1201.6
3.- Peso por Desplazamiento	665.4	659.9	631.5	634.9
4.- Volumen de la Briqueta	534.5	530.3	570.0	566.8
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.232	2.235	2.085	2.099
PROMEDIOS	2.233		2.092	

2.233	2.092
50	5

1
0.141
GEB(50) - GEB(5)


IC =	7.09
------	------




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Figura 44. Informe de ensayo índice de compactibilidad en asfalto tradicional (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"				
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez	Institución:	Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable de asesoría	:	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	:	21/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Mezcla de canteras				
Descripción	:	Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)				
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
		Grupo seco			Grupo húmedo	
	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05
1	Diametro	10.15	10.17		10.15	10.15
2	Espesor	6.69	6.68		6.70	6.70
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.53	5.53		5.53	5.53
4	Peso Probeta al Aire	1189.0	1187.0		1187.0	1191.0
5	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1191.0	1189.0		1189.0	1192.0
6	Peso de la Probeta en el Agua	675.0	672.0		673.0	677.0
7	Volumen de la Probeta	516.0	517.0		516.0	515.0
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.304	2.296		2.300	2.313
9	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	7.1	7.4		7.2	6.8
10	Estabilidad sin corregir	276	289		221	228
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00
12	Estabilidad corregida (kg)	276	289		221	228
13	Resistencia a la compresión	2.6	2.7			
14	Resistencia retenida	80	79			
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)					
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)				225	
17	Resistencia conservada (%)				80	


Observaciones :


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 45. Informe de ensayo de resistencia conservada en asfalto tradicional – AASHTO T283 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)						
MUESTRA N°						
	01	02	03	04	05	
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7714.0	7714.0	7711.0	7706.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8904.0	8901.0	8899.0	8897.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1190.0	1187.0	1188.0	1191.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	476.0	476.0	479.0	484.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.500	2.494	2.480	2.461		
CONTENIDO % C.A.	4.40	4.90	5.40	5.90		

Observaciones :


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 46. Informe de ensayo gravedad específica teórica máxima en asfalto tradicional – ASTM D2041 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-005-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante (s)	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad César Vallejo	
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil	
Fecha emisión Informe	: 21/11/2018		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Mezcla de canteras			
Descripción	: Diseño MAC N° 01 (Asfalto convencional)			
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE				
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO				
(RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2"	(Cantera "Carapongo")	: 40 %
Agregado arena triturada	(Cantera "Excalibur")	: 35 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Gloria")	: 25 %
Filler	(Cemento Portland)	: 0 %
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% optimo de asfalto residual	: 5.5%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES	N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.20	5.50	5.80	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.367	2.373	2.368	
VACIOS	%	4.8	4.1	3.5	3 - 5
V.M.A.	%	15.3	15.1	14.9	
V. L.L.C.A.	%	67.5	71.2	74.9	
POLVO / ASFALTO	%	0.7	0.7	0.7	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	13.7	14.0	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1429.2	1395.0	1388.5	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	4174.3	3983.2	3877.5	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA	%		80		80



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



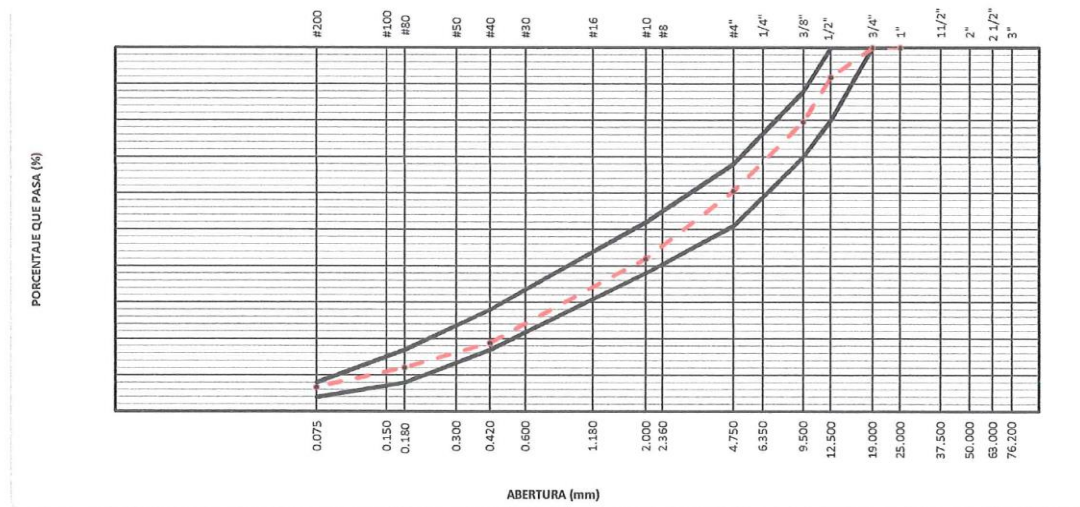
Figura 47. Diseño de mezcla en caliente método Illinois en asfalto tradicional (Fuente: Elaboración propia).

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO CON POLÍMERO SBS
(ESTIRENO – BUTADIENO – ESTIRENO) SEGÚN MANUAL DE
CARRETERAS EG – 2013**

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-Tesis
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Responsable de asesoría	: Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez		Institución:	Universidad César Vallejo
Fecha emisión informe	: 21/11/2018		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	Especialidad: Ingeniería Civil
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Mezcla de canteras			
Descripción	: Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante		Mínimo	Máximo	
3"	76.200								Peso total 5611.4 g Fracción finos : 0.0 g
2 1/2"	63.000								
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000				100.0		100	100	
1/2"	12.500	456.8	8.1	8.1	91.9		80	100	
3/8"	9.500	684.6	12.2	20.3	79.7		70	88	
1/4"	6.350								
# 4	4.750	1070.7	19.1	39.4	60.6		51	68	Observaciones : Según especificación técnica MTC EG -2013 (Sección 423) Pavimento de concreto asfáltico en caliente. Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 8	2.360								
# 10	2.000	1041.7	18.6	58.0	42.0		38	52	
# 16	1.180								
# 30	0.600								
# 40	0.420	1299.8	23.2	81.1	18.9		17	28	Arena triturada 35.0%
# 80	0.180	379.4	6.8	87.9	12.1		8	17	Arena zarandeada 25.0%
# 100	0.150								Grava triturada 40.0%
# 200	0.075	300.4	5.4	93.3	6.7		4	8	
>200		77.7	1.4	94.6					

CURVA GRANULOMETRICA





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 48. Análisis granulométrico en asfalto modificado con SBS – ASTM C136 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (\$)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez		Institución: Universidad Cesar Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil				
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto						
Fecha emisión Informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.69			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.91			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1186.0	1186.0	1193.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1189.0	1188.0	1195.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				684.0	682.0	687.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.0	506.0	508.0		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.349	2.344	2.348	2.347	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.492			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.7	5.9	5.7	5.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.669			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.32			
22	% de Asfalto Efectivo					4.09			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.2	15.3	15.2	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				62.1	61.3	62.1	61.8	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	12.0	11.0	12.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				2310	2286	2250		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2403	2377	2340	2373	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				7393	7923	8508	7941	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.




Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 49. Informe de ensayo Marshall con 4.4% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez		Institución:		Universidad César Vallejo				
Responsable de asesoría	Miguel Ángel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		Especialidad: Ingeniería Civil				
Fecha emisión informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.49			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.61			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1190.0	1187.0	1188.0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)				1192.0	1190.0	1189.0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				691.0	690.0	687.0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				501.0	500.0	502.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.375	2.374	2.367	2.372	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.483			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.4	4.4	4.7	4.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.681			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.51			
22	% de Asfalto Efectivo					4.42			
23	Refelacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.6	14.7	14.9	14.8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				70.2	70.0	68.5	69.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	13.0	13.0	13.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				2113	2333	2236		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2198	2427	2325	2316	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				6279	7467	7154	6967	1700 - 4000


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 50. Informe de ensayo Marshall con 4.9% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez		Institución: Universidad César Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil				
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto						
Fecha emisión informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.29			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.31			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1193.0	1187.0	1188.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1194.0	1168.0	1190.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				695.0	691.0	694.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				499.0	497.0	496.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.391	2.388	2.395	2.391	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.477			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				3.5	3.6	3.3	3.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.697			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.72			
22	% de Asfalto Efectivo					4.72			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.5	14.6	14.4	14.5	14
25	% Vacios llenos con C.A.				76.0	75.5	77.0	76.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				2150	2273	2045		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2236	2364	2126	2242	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				6389	6304	6075	6256	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 51. Informe de ensayo Marshall con 5.4% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"								
Solicitante (s)	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez		Institución: Universidad César Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil				
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto						
Fecha emisión informe	21/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)								
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	91.9	79.7	60.6	42.0	18.9	12.1	6.7
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.10			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.00			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1186.0	1187.0	1191.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1187.0	1187.0	1191.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				690.0	688.0	691.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				497.0	499.0	500.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.386	2.379	2.382	2.382	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.458			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.9	3.2	3.1	3.1	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.696			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.71			
22	% de Asfalto Efectivo					5.23			
23	Refacion Filler/Betun					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.1	15.4	15.3	15.3	14
25	% Vacios llenos con C.A.				80.8	79.1	79.8	79.9	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	16.0	15.0	15.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1988	2153	1979		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2067	2239	2058	2121	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5906	5597	5489	5664	1700 - 4000


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 52. Informe de ensayo Marshall con 5.9% de cemento asfáltico modificado con SBS – ASTM D1559 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"		
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	:	21/11/2018	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)		
DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO CURVAS DE ENERGIA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE				

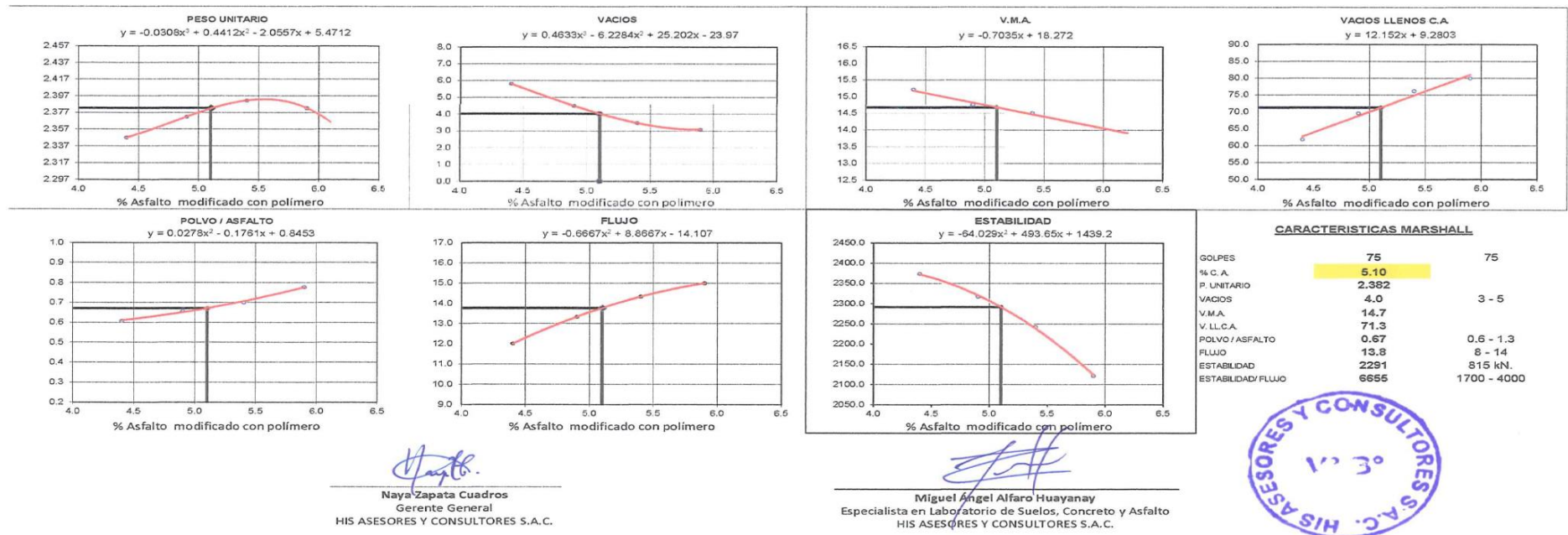
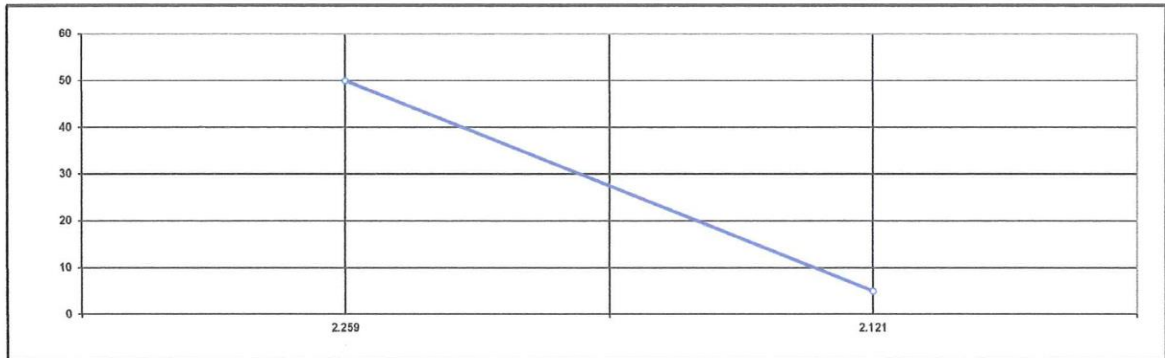


Figura 53. Determinación del óptimo de cemento asfáltico modificado con SBS para curvas de energía de compactación constante (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)				
INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD				



Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1194.0	1192.0	1191.0	1189.0
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1199.0	1196.0	1201.0	1200.0
3.- Peso por Desplazamiento	671.0	668.0	639.0	640.0
4.- Volumen de la Briqueta	528.0	528.0	562.0	560.0
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.261	2.258	2.119	2.123
PROMEDIOS	2.259		2.121	

2.259	2.121
50	5

1
0.138
GER(50) - GER(5)


IC =	7.23
------	------


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 54. Informe de ensayo índice de compactabilidad en asfalto modificado con SBS (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"				
Solicitante (s)	:	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución: Universidad Cesar Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión Informe	:	21/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Mezcla de canteras				
Descripción	:	Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)				
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
		Grupo seco			Grupo húmedo	
	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05
1	Diámetro	10.15	10.17		10.15	10.15
2	Espesor	6.69	6.68		6.70	6.70
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.53	5.53		5.53	5.53
4	Peso Probeta al Aire	1189.0	1187.0		1187.0	1191.0
5	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1191.0	1189.0		1189.0	1192.0
6	Peso de la Probeta en el Agua	675.0	672.0		673.0	677.0
7	Volumen de la Probeta	516.0	517.0		516.0	515.0
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.304	2.296		2.300	2.313
9	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	7.0	7.3		7.1	6.6
10	Estabilidad sin corregir	276	289		221	228
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00
12	Estabilidad corregida (kg)	316	310		258	264
13	Resistencia a la compresión	3.0	2.9			
14	Resistencia retenida	82	85			
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	313				
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)				261	
17	Resistencia conservada (%)				83	


Observaciones :


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 55. Informe de ensayo de resistencia conservada en asfalto modificado con SBS – AASHTO T283 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)						
MUESTRA N°	01	02	03	04	05	
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7712.0	7708.0	7708.0	7703.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8903.0	8905.0	8902.0	8900.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1191.0	1197.0	1194.0	1197.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	478.0	482.0	482.0	487.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.492	2.483	2.477	2.458		
CONTENIDO % C.A.	4.40	4.90	5.40	5.90		

Observaciones :


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 56. Informe de ensayo gravedad específica teórica máxima en asfalto tradicional – ASTM D2041 (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-006-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante (s) : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamaní Sánchez Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 02 (Asfalto modificado con polímero)				
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2"	(Cantera "Carapongo")	: 40 %
Agregado arena triturada	(Cantera "Excalibur")	: 35 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Gloria")	: 25 %
Filler	(Cemento Portland)	: 0 %
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: AMP Betutec 1C
% optimo de asfalto residual	: 5.1%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	4.80	5.10	5.40	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.367	2.382	2.392	
VACIOS %	4.7	4.0	3.5	3 - 5
V.M.A %	14.9	14.7	14.5	
V.L.L.C.A %	67.6	71.3	74.9	
POLVO / ASFALTO %	0.6	0.7	0.7	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.1	13.8	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	2333.5	2291.4	2237.8	815
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	7129.3	6655.2	6245.6	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.9		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		83		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		83		80


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 57. Diseño de mezcla en caliente método Illinois en asfalto modificado con SBS (Fuente: Elaboración propia).

**COMPARATIVO DE DISEÑOS DE MEZCLA EN CALIENTE MODIFICADO
CON POLÍMERO SBS Y MEZCLA TRADICIONAL SEGÚN MÉTODO
ILLINOIS – MARSHALL**

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-007-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018" Solicitante : Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez Institución: Universidad César Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 21/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Descripción : Comparativo de Diseños				
COMPARATIVO DE DISEÑOS DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2"	(Cantera "Carapongo")	: 40 %
Agregado arena triturada	(Cantera "Excalibur")	: 35 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Gloria")	: 25 %
Filler	(Cemento Portland)	: 0 %
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual	: 5.63%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.20	5.50	5.80	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.367	2.373	2.368	
VACIOS %	4.8	4.1	3.5	3 - 5
V.M.A. %	15.3	15.1	14.9	
V. LL.C.A. %	67.5	71.2	74.9	
POLVO / ASFALTO %	0.7	0.7	0.7	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.7	14.0	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1429.2	1395.0	1388.5	815
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4174.3	3983.2	3877.5	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

4.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: AMP Betutec 1C
% óptimo de asfalto residual	: 5.10%

3.- Características marshall modificado


Parámetros de diseño	- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	4.80	5.10	5.40	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.367	2.382	2.392	
VACIOS %	4.7	4.0	3.5	3 - 5
V.M.A. %	14.9	14.7	14.5	
V. LL.C.A. %	67.6	71.3	74.9	
POLVO / ASFALTO %	0.6	0.7	0.7	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.1	13.8	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	2333.5	2291.4	2237.8	815
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	7129.3	6655.2	6245.6	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.9		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		83		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		83		80

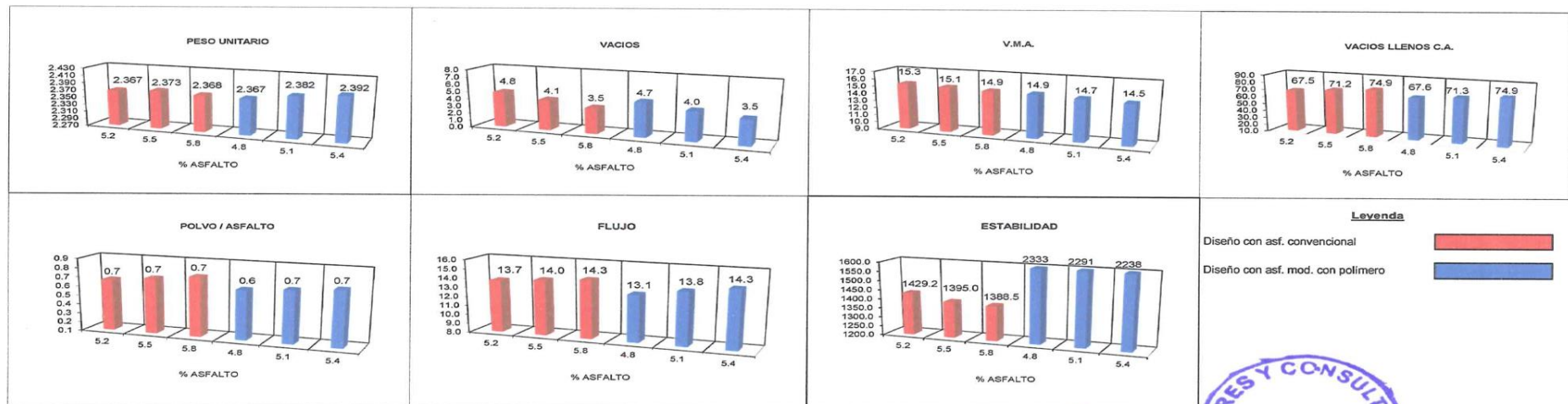

 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 58. Comparativo de diseños de mezcla en caliente modificado con polímero SBS y mezcla tradicional según método Illinois – Marshall (Fuente: Elaboración propia).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-007-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	Tema de tesis "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018"			
Solicitante	Felipe Gargate Alva y Jheyson Huamani Sánchez	Institución:	Universidad César Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	21/11/2018			
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Descripción	Comparativo de Diseños			
COMPARATIVO DE DISEÑOS DE MEZCLA EN CALIENTE GRÁFICOS DE BARRAS				




Nayá Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Figura 59. Comparativo de diseños de mezcla en caliente modificado con polímero SBS y mezcla tradicional según método Illinois – Marshall, a través de gráficos de barras (Fuente: Elaboración propia).

IV. DISCUSSION

López y Veloz (2013), en su tesis titulado: “Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba”, concluye que el procedimiento para la caracterización y control de calidad de las mezclas asfálticas modificados con polímeros SBR (estireno-butadieno-caucho) y SBS (estireno-butadieno-estireno) deberán cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en las proyectos de infraestructura vial de esta envergadura. Por otro lado, teniendo en cuenta los agregados correspondientes de la presente tesis como: 40% grava triturada, 35% arena triturada y 25% arena zarandeada que tendrán diferentes porcentajes en cuanto a la dosificación de los agregados para poder alcanzar y estar en el rango de la faja granulométrica. De las cuales, se pretende soportar los largos tiempos de cargas verticales sin deformaciones, tanto por los efectos del tráfico vehicular como por los fenómenos climáticos en las que los pavimentos flexibles se someten.

En el proceso de los ensayos de laboratorio, trabajamos de la mano con el Manual de Carreteras MTC EG – 2013, para poder realizar el control de calidad, así mismo el tipo de gradación para mezcla asfáltica en caliente que vamos a emplear para el diseño en ambos métodos. Estos pasos se realizan para velar por obtener buenos materiales para empezar los ensayos, al tener agregados eficientes, se llegará a los resultados factibles y viables.

Se tomarán % C.A. en peso de la mezcla para poder determinar el óptimo de ligante asfáltico. Los porcentajes estarán establecidos por 4.4%, 4.9%, 5.4% y 5.9%. En cada una de estos parámetros fabricaremos 4 briquetas de las que solo se tomará en consideración 3 briquetas de cada porcentaje y 1 briqueta se descartará debido a que esta fuera de las especificaciones establecidas por la EG – 2013.

Por consiguiente, se efectuará las fórmulas para cada tendencia según indique las características del Ensayo Marshall, entre estas están: peso unitario, % de vacíos con aire MTC E 505, vacíos en el agregado mineral (V.M.A.), vacíos llenos de cemento asfáltico (V.LL.C.A.), relación polvo – asfalto, estabilidad, flujo y relación estabilidad/flujo (Kg/cm). Todas estas tendencias están en función al cemento asfáltico, esto se da para ambos diseños convencional y modificado con polímero.

Para que cada tendencia pueda cumplir con las especificaciones técnicas regidas por las normativas se debe partir de la tendencia de % de vacíos con aire, teniendo en cuenta que debe de estar en el rango de 3-5 según lo manda la EG – 2013.

Al mismo tiempo, si cumple la tendencia de partida se podrá reflejar en las demás tendencias que cumplirán consecutivamente con respecto a las características del Marshall.

Así también, con el índice de compactibilidad se debe tener un criterio técnico para realizarlo y tener que respetar los límites que te propicia el Manual de Carreteras, sabiendo que las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes serán aplicadas para este proceso. Relativamente el IC tendrá como mínimo de 5, cumpliendo este parámetro la mezcla asfáltica se denomina eficiente.

La resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T283, para que conlleve a una mejor trabajabilidad tiene que ser 80 Mín., así podrá cumplir con las características establecidas. Además, trabaja con 2 grupos: grupo seco y húmedo. Por otro lado, tenemos la gravedad específica teórica máxima ASTM D2041 la cual propicia los % de C.A. para llegar al % óptimo de ligante asfáltico.

Carrizales (2015), en su tesis titulado: “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles”, sintetizó que esta investigación presentada optimiza el asfalto modificado con material reciclado de llantas con fines de aplicación en pavimentos flexibles, de las cuales tiene mucha relación con la tesis establecida que se está desarrollando como proyecto de investigación, debido a que al modificar el asfalto con polímero presenta un comportamiento de recuperación elástica mayor a otros métodos de mezclas asfálticas, con mayor adherencia de agregado – asfalto, menor envejecimientos y/o oxidación de la carpeta de rodadura, presenta mayor resistencia propia del asfalto, resistencia mecánica lo que hace que prolongue el periodo de vida útil con respecto al servicio y funcionalidad para las que estas son diseñadas. Entonces, conlleva a un beneficio social ya que resaltan la seguridad y confort de la infraestructura vial que son plenamente para los usuarios.

V. CONCLUSIONES

- La mezcla asfáltica en caliente de la presente investigación de tesis contiene 40% de grava triturada, 35% de arena triturada, 25% de arena zarandeada, un contenido de ligante asfáltico de 5.5% (mezcla asfáltica convencional) y de 5.1% (mezcla asfáltica modificada con SBS).
- Se realizó la presente investigación empleando especificaciones técnicas de la normativa MTC EG – 2013 en el cual concluimos que los distintos ensayos de laboratorio estuvieron dentro de los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras.
- En síntesis, tomamos como gradación para la mezcla asfáltica en caliente en ambos métodos el diseño MAC – 02, dado que los agregados cumplen con el porcentaje que pasa de ½” hasta el tamiz N° 200.
- Concluimos que, al verificar los porcentajes de 4.4%, 4.9%, 5.4% y 5.9% tanto para asfalto convencional como para asfalto modificado con SBS podemos llegar al % óptimo de ligante asfáltico, aplicando las fórmulas correspondientes para cada tendencia partiendo del diagrama de % de vacíos en aire.
- El porcentaje óptimo de la mezcla asfáltica convencional es de 5.5% por lo que conlleva al uso promedio de la dosificación en la mayoría de diseños tradicionales. El tipo de asfalto convencional empleado es PEN 60/70.
- El porcentaje óptimo de la mezcla asfáltica modificada con SBS es de 5.1%, de las cuales nos demuestra que al adicionar polímeros a la mezcla minimiza la dosificación. El tipo de asfalto modificado con SBS usado es AMP Betutec 1C.
- Así mismo, llegamos a la conclusión que al implementar polímeros reducimos proporciones menores para ahorrar costos y reducimos espesores en las carpetas de rodadura, teniendo en cuenta que tienen una recuperación elástica en el rango de 85% - 90% según sea el tipo de polímero que se utilice. Siendo así, la forma más eficaz para prolongar el periodo de servicio del pavimento flexible.

- Es relevante contar con un procedimiento de calidad del agregado para poder realizar los ensayos como es el Marshall con el objetivo de obtener resultados favorables tanto en la granulometría y en distintos procedimientos que se han desarrollado.
- En conclusión, tenemos que una mezcla asfáltica con polímero SBS proporciona una optimización en su composición molecular y de las propiedades mecánicas en dicha mezcla asfáltica.
- La mezcla asfáltica con polímeros genera en su composición química una mejora en cadena en la cual determinamos que optimiza la durabilidad en una pavimentación flexible – Lima, 2018.
- Al momento de obtener los resultados por el método Marshall concluimos que al adicionar el polímero SBS en una mezcla asfáltica producimos un mayor tiempo de vida útil a largo plazo ya que al utilizar el componente duplicamos su tiempo de vida.
- También una mezcla asfáltica con polímero SBS al producir un mayor tiempo de vida produce menos mantenimiento disminuyendo costos y lo que conlleva a que los costos generales se compensen, debido a que al comienzo aumento el costo en un 25% por la adición del polímero. Así mismo, al utilizar este asfalto modificado con SBS reduce su dosificación de uso y en grandes cantidades existe un ahorro significativo cuando se aplique en un proyecto de baja, intermedia o gran envergadura.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable utilizar la mezcla asfáltica con polímeros SBS ya que los resultados del ensayo Marshall determinan una mejora en la estabilidad de un pavimento flexible, con ello podemos definir que el producto mejora las características moleculares de la mezcla asfáltica.
- Es necesario seguir paso a paso los parámetros y características granulométricas de los agregados finos y gruesos establecidos en la norma MTC EG – 2013; por el motivo de garantizar unas mezclas asfálticas con proporciones necesarias para su empleo.
- En esencia al aplicar una mezcla asfáltica con polímeros Betutec IC, mejoramos la condición molecular de una mezcla asfáltica, optimizamos el periodo de vida útil, disminución de costos a largo plazo, y sobre todo aumentamos la durabilidad bajo condiciones climáticas de temperatura y viscosidad.
- Los deltas de temperatura en Lima metropolitana son variables generados por el cambio climático y la contaminación producido por el dióxido de carbono y otros gases contaminantes, es por ello que la presente investigación su materia prima es el caucho reciclado tomado como elemento sostenible en uso para la mezcla asfáltica.
- Es relevante que las futuras investigaciones de mezclas asfálticas vallan de la mano con el medio ambiente, con el objetivo de mejorar las condiciones climáticas existentes y generar conciencia en el empleo de grandes proyectos de infraestructura vial.
- Los proyectos de infraestructura vial en Lima metropolitana están sujetos más por temas económicos que por temas de investigación, ya que se ve en la actualidad que el periodo de vida de un pavimento no llega a los estándares que uno lo diseña, por el motivo de la falta de innovación.

- Es necesario que al realizar una investigación de mezclas asfálticas el personal cuente con EPP: botas, guantes de seguridad, lentes de seguridad, casco, ya que al realizar los ensayos se está expuesto por método tradicional a una temperatura de 150°C y en la mezcla asfáltica con polímeros a 170°C.
- Por otro lado, se recomienda que al realizar los porcentajes para conseguir el % óptimo de C.A. se fabrique 4 briquetas, de las cuales se tomarán como modelos 3 briquetas para estandarizar según las normativas regidas por la Sección 423 – Pavimento de concreto asfáltico en caliente MTC EG 2013.
- Se tomará en conocimiento el diseño MAC – 02 para ambos métodos, con fines de trabajabilidad y viabilidad en el procedimiento del ensayo Marshall, así mismo obtener una conformidad establecida por el Manual de Carreteras con respecto a la faja granulométrica pasante de ½” hasta el tamiz N° 200.
- Para tomar en consideración la realización de las tendencias, optamos por comenzar por el diagrama de % de vacíos debido a que tienen un determinado rango dado por la EG – 2013, la cual nos propicia convicción, ya que al cumplir esa tendencia se cumplirá en las demás tendencias y/o diagramas.
- Finalmente, se recomienda elaborar un comparativo de diseños de mezcla en caliente modificado con polímero SBS (estireno – butadieno – estireno) y mezcla tradicional según método Illinois – Marshall, por medio de gráficos de barras con fines de analizar los resultados en cada método y visualizar las diferentes tendencias de las barras del asfalto modificado que proporcionan una mejor optimización en las propiedades mecánicas en función al asfalto tradicional.

VI. REFERENCIAS

Castro, W., et al (2016). *Evaluación de las propiedades reológicas y térmicas de un asfalto convencional y uno modificado con un desecho de PEBD*. Rev. Ingeniería, vol. 21, núm. 1, pp. 7-18. Universidad Distrital Francisco José de Caldas-Bogotá, Colombia. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/4988/498853952002.pdf>

Infante, C. & Vásquez, D. (2016). Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas (tesis de pregrado). FIAU – Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.

Amado, J. (2015). Análisis del sistema de reparación de pavimentos flexibles por inyección neumática de mezclas asfálticas en frío, tecnología velocity patching (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Chávez, L., et al (2014). *Modelación del envejecimiento de los pavimentos asfálticos con la metodología de la superficie de respuesta*. Rev. Ing. invest. y tecnol. vol.12 no.4 México oct./dic. Recuperado de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000400002

Silvestre, D. (2017). Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Ballena, C. (2016). Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.

González, A. (2013). *Desempeño de pavimentos estabilizado con asfalto espumado en una prueba de pavimentos a escala real y carga acelerada*. Rev. Rev. ing. constr. vol.27 no.2 Santiago ago. Recuperado:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000200001

Carrizales, J. (2015). Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles (tesis de pregrado). Repositorio institucional Universidad Nacional del Altiplano – PUNO.

Ramos, O. y Limón, P. (2017). *Diseño volumétrico de mezclas asfálticas recicladas en caliente utilizando la herramienta del polígono de vacíos*. Universidad Autónoma de Querétaro, México. Recuperado de:

http://www.amaac.org.mx/archivos/12_diseno_volumetrico_de_mezclas_asfalticas_recicladadas_en_caliente_utilizando_la_herramienta_del_poligono_de_vacios_ofrv.pdf

Reyes, F., et al (2013). *Comportamiento de un cemento asfáltico modificado con un desecho de PVC*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 12, núm. 22, enero-junio, pp. 75-84-Universidad de Medellín-Medellín, Colombia. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/750/75029150007.pdf>

Valdez, V. (2013). *Estudio de Variabilidad en Mezclas Asfálticas en Caliente Fabricadas con Altas Tasas de Material Asfáltico Reciclable (RAP)*. Revista de la Construcción, vol. 7, núm. 1, 2008, pp. 60-71. Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/profile/Adriana_Martinez14/publication/49241933mezclas-asfalticas-en-caliente-fabricadas-con-altas-tasas-de-material-asfaltico-reciclable-RAP.pdf

Valeriano, W. & Catacora, A. (2014). Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca (tesis de pregrado). Repositorio institucional Universidad Nacional del Altiplano – PUNO.

Yarango, E. (2014). Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera cerro verde (s.m.c.v) desde la prog. km 0+000 hasta el km 1+900, en el distrito de uchumayo, arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del pavimento (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima, Perú.

Awanti, S. (2013). *Laboratory evaluation of SMA mixes prepared with SBS modified and neat bitumen*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 104. 59 – 68. Recuperado de:

https://ac.els-cdn.com/S1877042813044893/1-s2.0-S1877042813044893-main.pdf?_tid=b18deb8f-4ae7-4abb-9731-039db6e6e69d&acdnat=1525274011_ec3647a29602cf69ca0e725e64845fb0

Adnan, M. y Shafi, M. (2017). *Use of reclaimed asphalt pavement (RAP) in warm mix asphalt (WMA) pavements: a review*. Innovative Infrastructure Solutions, December 2017, 2:10. Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-017-0058-7>

Clark, R. (2013). *Improved Mix Design, Evaluation, and Materials Management*. USA: National Cooperative Highway Research Program. Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=8PTBcbcZNX0C&pg=PA1&dq=hot+asphalt+mix&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi0qbSVhuXaAhXDs1kKHYyuA1E4ChDoAQgtMAE#v=onepage&q=hot%20asphalt%20mix&f=false>

Dunn, J. Fosdick, R. y Slemrod, M. (2013). *Shock Induced Transitions and Phase Structures in General Media*. USA: Springer-Verlag.

Lesueur, J. y Hans, J. (2013). *The mechanisms of hydrated lime modification of asphalt mixtures: a state-of-the-art review*. Road Materials and Pavement Design, 14:1, 1-16. Recuperado de:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14680629.2012.743669?needAccess=true>

Pasandín, A. et al (2016). *Moisture damage resistance of hot-mix asphalt made with paper industry wastes as filler*. Journal of Cleaner Production; Volume 112, Part 1, 20 January, Pages 853-862. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615007362?via%3Dihub>

Sarang, G. Lekha, B. Geethu, J. y Shankar, R. (2015). *Laboratory performance of stone matrix asphalt mixtures with two aggregate gradations*. Journal of Modern Transportation. June, Volume 23, Issue 2, pp 130–136. Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40534-015-0071-5>

Sivilevičius, Vislavičius y Bražiūnas (2017). Technological and economic design of asphalt mixture composition based on optimization methods. Rev. Technological And Economic Development Of Economy, Volume 23(4): 627–648. Recuperado de:

[doi:10.3846/20294913.2017.1312631](https://doi.org/10.3846/20294913.2017.1312631)

Shuang, C. et al (2014). *Durability of asphalt mixtures: Effect of aggregate type and adhesion promoters*. International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 54, October 2014, Pages 100-111. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143749614001110?via%3Dihub>

Yang, J. y Tighe, S. (2013). *A review of advances of Nanotechnology in asphalt mixtures*; Procedia - Social and Behavioral Sciences 96. 1269 – 1276. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813022702?via%3Dihub>

Bianchento, H. (2013). *Optimización de la durabilidad de los pavimentos asfálticos a partir de un correcto control de calidad*. Rev. Rumbos tecnológicos, Vol. 2. Argentina. Recuperado de:

<http://www.fra.utn.edu.ar/upload/779a87fbb858582acdb2fdadecd81e36.pdf>

Valdés, G. Pérez, F. y Martínez, A. (2014). *Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles*. Revista de la Construcción vol.11 no.1 Santiago abr. Recuperado de:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000100009

Orobio, A. y Gil, J. (2015). *Análisis de costos de construcción asociados al diseño racional de pavimentos con diferentes modelos de fatiga*. Rev. ing. constr. vol.30 no.3 Santiago dic. Recuperado de:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000300003

Alfaro, M., Flores, J. & Martínez C. (2016). Estudio comparativo de las leyes de fatiga en mezclas asfálticas convencionales haciendo uso de la viga de fatiga (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Departamento de Ingeniería y Arquitectura. San Miguel, El Salvador.

Loría, G., Arce, M., Elizondo, F. y Aguilar, J. (2013). Determinación de leyes y una especificación costarricense para fatiga de mezclas asfálticas en caliente. Editorial de LANAMME. Recuperado de:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/435>

Patiño, N., Reyes, O., y Camacho, J. (2014). Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%. Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/272163809_Comportamiento_a_fatiga_de_mezclas_asfalticas_colombianas_con_adicion_de_pavimento_reciclado_al_100

López, S., Veloz, Y. (2013). Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba (tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Quito, Ecuador.

Wulf, F. (2013). Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Construcción Civil. Valdivia, Chile.

Ramírez, L. (2013). Pavimentos con polímeros reciclados (tesis de pregrado). Escuela de Ingeniería de Antioquia. Ingeniería Civil. Envigado, Colombia.

Herrada, Y., Chávez, J. (2013). Uso de polímeros en el asfalto y su influencia en la variación de un pavimento (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú.

Ministerio de transporte y comunicaciones (2013). Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción. Resolución Directoral. N° 22 – 2013 – MTC/14. Lima. Perú.

ANEXOS

Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLÍMEROS Y TRADICIONAL PARA OPTIMIZAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE - LIMA, 2018

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible Lima, 2018.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional genera resultados que optimizan las propiedades mecánicas en pavimento flexible-Lima, 2018.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad • Densidad • (%) de vacíos • Estabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de temperatura de mezcla • Rango de temperatura de compactación • Núcleo de asfalto tradicional (kg/m3) • Núcleo de asfalto modificado (kg/m3) • 3 – 5% (tradicional) • 3 – 5% (modificado) • 815kN (tradicional) • 815kN (modificado) 	<p>Diseño de Investigación Experimental: El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional se lleva a cabo mediante un estudio experimental enfocados en un método científico en la cual se desarrollan los procesos de la investigación, a través de ensayos de laboratorio (Hernández, 2006, p.58).</p> <p>Tipo de Investigación Aplicada: La finalidad es determinar cuál es el comportamiento y desempeño que cumple cada uno de los dos métodos. Así mismo, acorde a las mejoras de las propiedades que se van a visualizar y se van a tomar como resultado, se llegaría a una conclusión de cual convendría aplicarlo y asumirlo como un nuevo aporte de método de mezclas asfálticas modificadas para los proyectos de pavimentación (Vargas, 2009, p.159).</p> <p>Nivel de Investigación Descriptivo: Mediante el análisis comparativo de los dos métodos de mezclas asfálticas en Lima se efectuará el funcionamiento y comportamiento de cada uno. Describiendo cada propiedad en qué medida mejora de manera viable, y de las cuales se podrán explicar de qué forma aumenta o disminuye las propiedades (Hernández, 2006, p.102).</p>
<p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué proporción el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional mejora la durabilidad con respecto al pavimento flexible - Lima, 2018? • ¿En qué medida el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional incrementa el tiempo de vida útil con respecto al pavimento flexible - Lima, 2018? • ¿En qué magnitud el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional permite minimizar costos en el pavimento flexible - Lima, 2018? 	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar la durabilidad en el pavimento flexible -Lima, 2018 • Establecer el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para aumentar el tiempo de vida útil en el pavimento flexible - Lima, 2018. • Distinguir el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para disminuir costos en el pavimento flexible - Lima, 2018. 	<p>Hipótesis Específica</p> <ul style="list-style-type: none"> • El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional permite mejorar de forma eficiente la durabilidad en el pavimento flexible -Lima, 2018. • El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional proporciona un incremento favorable en el tiempo de vida útil en el pavimento flexible - Lima, 2018. • El análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional minimiza considerablemente los costos en el pavimento flexible - Lima, 2018. 	<p>Variable Dependiente</p> <p>Optimizar propiedades mecánicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad • Tiempo de vida útil • Costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones climáticas • Condiciones de tráfico • 10 – 15 años Asfalto tradicional) • 20 – 25 años (Asfalto modificado) • Materiales • Mantenimiento 	

Anexo 02: Certificado de asfalto modificado con polímero SBS, TDM Asfaltos (Carta de viscosidad – temperatura de mezcla)



TDM ASFALTOS

BETUTEC IC
INFORME DE ENSAYOS N° 062-2018 BETUTEC IC

GUÍA TDM ASFALTOS :

CLIENTE: FELIPE GARGATE ALVA - JHEYSON HUAMAN SANCHEZ

REFERENCIAS

TANQUE: B CINTILLO DE SEGURIDAD N°: _____

LOTE DE PRODUCCIÓN: MOD1010009

CANTIDAD: 2 GALONES

FECHA DE PRODUCCIÓN: 05.10.2018

ENSAYOS	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO	
			MÍNIMO	MÁXIMO		
PENETRACIÓN	5 s, 25°C	D-5	dmm	50	75	55
VISCOSIDAD ABSOLUTA	60°C	D-2171	Po	5000	--	93950
VISCOSIDAD CINEMÁTICA	135°C	D-2170	cSt	--	3000	1395.0
PUNTO DE INFLAMACIÓN		D-92	°C	232	--	290
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO		D-2042	%	99	--	99.62
VISCOSIDAD BROOKFIELD	135 °C	D-4402	cP	--	--	1345.0
VISCOSIDAD BROOKFIELD	145 °C	D-4402	cP	--	--	820.0
VISCOSIDAD BROOKFIELD	175 °C	D-4402	cP	--	--	240.0
RECUPERACION ELASTICA LINEAL	Método A, 10 cm, 25°C	D-6084	%	60	--	80
RECUPERACION ELASTICA LINEAL	Método A, 10 cm, 5°C	D-6084	%	--	--	58
PUNTO DE ABLANDAMIENTO		D-36	°C	60	--	60
ESTABILIDAD A ALMACENAMIENTO	163 °C, 48 horas	D-7173				
SEPARACION, DIFERENCIA		D-36	°C	--	2.2	1.3
RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA ROTATORIA		D-2872				
RECUPERACION ELASTICA LINEAL	Método A, 10 cm, 25°C	D-6084	%	60	--	77
PENETRACIÓN	4°C, 200 g, 60 s	D-5	dmm	13	--	30
SEPARACION, diferencia		D-36	°C	--	10	0.7

OBSERVACIONES:

La muestra de asfalto cumple especificaciones de MTC - EG 2013

No presenta espuma a 163 °C

Se adjunte Hoja de Seguridad del Producto y Hoja Resumen Art. 54 D.S. N°021-2006-MTC

CÓDIGO DE CONTRAMUESTRA: 62

Original Cliente
Copia 1: Área Técnica
Copia 2: Producción
Copia 3: Laboratorio

Fecha de Emisión : Lima, 09 de octubre del 2018

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin - Lurin. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

REG-III-TEC-23.VEG2013



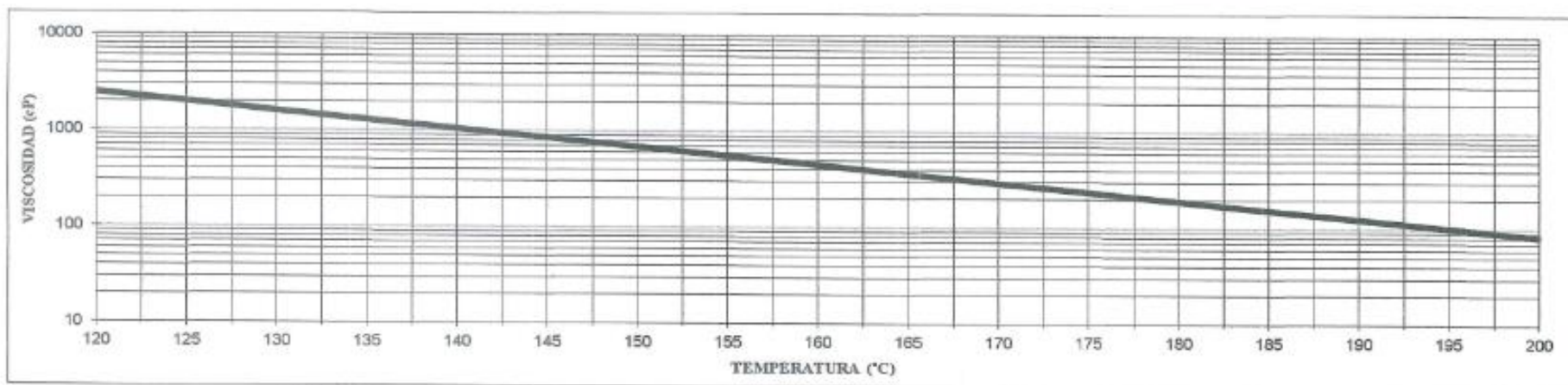
Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín
Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

GRÁFICO DE TEMPERATURAS DE MEZCLA Y COMPACTACIÓN

PRODUCTO: **BETUTEC IC**

INFORME DE ENSAYO Nº **62**

FECHA: **09/10/2018**



28/09/2018

RANGO DE TEMPERATURA DE MEZCLA

RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA

162.8	A	169.5
153.3	A	162.8

RANGO DE TEMPERATURA DEL LIGANTE ASFÁLTICO EN LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 300 A 400 cP

RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACION DE LA MEZCLA CON VICOSIDADES ENTRE 400 A 600 cP

Original: Cliente

Copia 1: Area Técnica

Copia 2: Produccion

Copia 3: Laboratorio

Anexo 03: Certificado de asfalto tradicional 60/70 PEN (Carta de viscosidad – temperatura ASTM D341)



INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN) N° SRCO-LAB-2573-2018

FECHA DE REPORTE: 04.10.2018	FECHA DE RECEPCIÓN 03.10.2018	CÓDIGO DE MUESTRA : 18003			
HORA DE RECEPCIÓN: 14:40 HORAS	PROCEDENCIA: "JEFATURA OPERACIONES"	BUQUE/TANQUE: -----			
TANQUE DE MUESTREO : 9	VOLUMEN CERTIFICADO: -----	DESTINO: "PLANTA CONCHÁN"			
ENSAYOS	MÉTODO ASTM ^(A)	OTRO MÉTODO	RESULTADOS DEL ANALISIS	ESPECIFICACIONES	
				MIN.	MAX.
PENETRACIÓN:					
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D 5-13		62	60	70
DUCTILIDAD:					
a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07		>150	100	
FLUIDEZ:					
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-10		4110		Reportar
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D 2170-10		399	200	
SOLUBILIDAD:					
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-15		99.7	99	
VOLATILIDAD:					
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D 92-16b		290	232	
DENSIDAD:					
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-09 ¹¹		6.8		Reportar
Gravedad Específica a 60/60°F	D 70-09 ¹¹		1.023		Reportar
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:					
Punto de Ablandamiento, °C	D 36-14e1		50.0		Reportar
Índice de Penetración			-0.7	-1	+1
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):	D 1754-09(2014)				
- Cambio de Masa, % masa del Original			0.09		0.8
- Penetración Retenida, % del Original	D 5-13		68	52	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07		57	50	
ADHERENCIA:					
Revestimiento y Desprendimiento, %	D 3625-12		> 95		Reportar
OBSERVACIONES:					
1. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN SÓLO A LA MUESTRA ANALIZADA.					
2. LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.					
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 141 y 155°C					
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.					
3.(A):American Society for Testing and Materials.					
ORIGINAL : CLIENTE	ELABORADO POR:	APROBADO POR:			
COPIA 1 : ARCHIVO GENERAL DE	<i>Juan Coronado Cruz</i> JUAN CORONADO CRUZ Ficha 56869	<i>Michael Figueroa Duthurburu</i> MICHAEL FIGUEROA DUTHURBURU FICHA N° 55130 COP N° 932			
COPIA 2: INFORME DE ENSAYO DE					

SRCOLAB-PT-010-F-06, Rev. 5

Pag 1 de 2

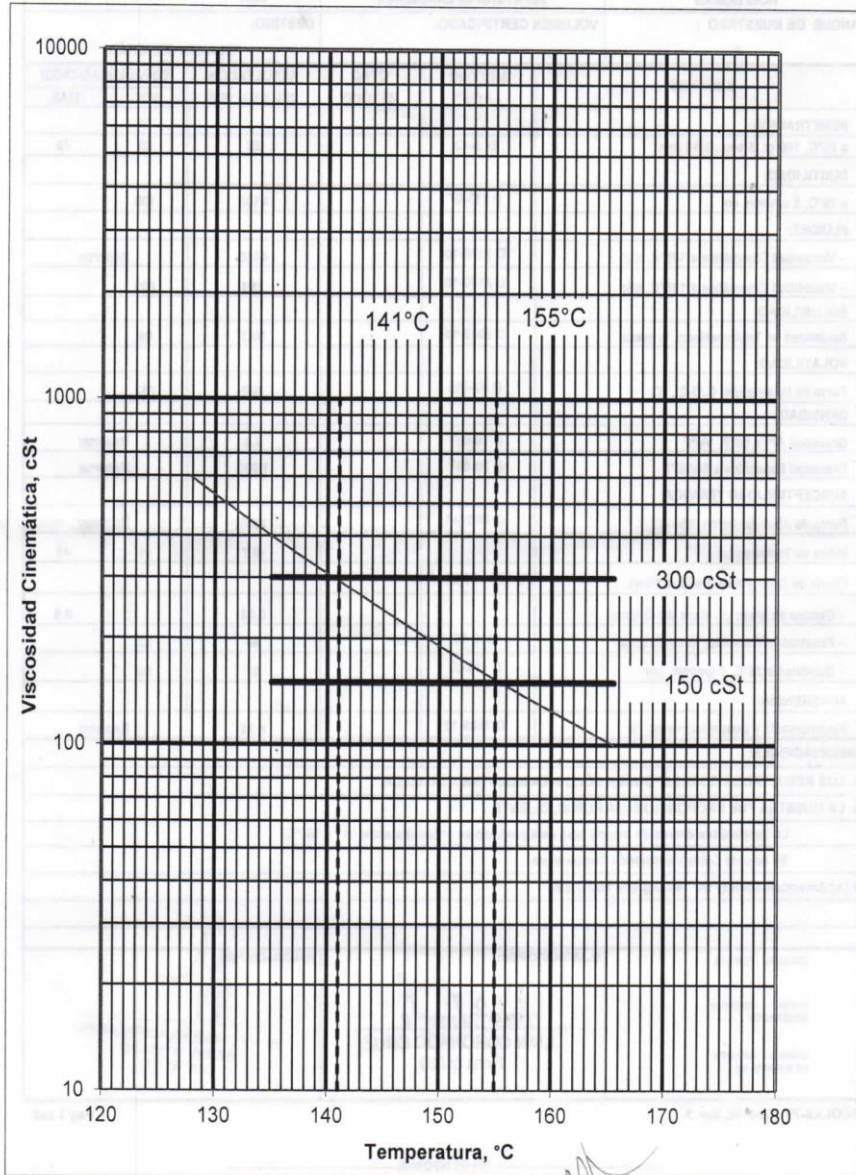
FIN DE INFORME

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

Oficina Principal: Av. Enrique Canaval Moreyra 150, Lima 27 - Perú
Refinería Conchán: Km 26.5, Antigua Panamericana Sur - Lima - Perú
Telfs.: (511) 625 4000, (511) 614 5000
Portal Empresarial: <http://www.petroperu.com.pe>
Sociedad inscrita en la Partida N° 11014754 del Registro de Personas Jurídicas

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 9 - C. A. 60 / 70 PEN. - 03.10.2018 - 14:40 horas



Juan Coronado Cruz
JUAN CORONADO CRUZ
Ficha 56869

Michael Figuerola Duthurburu
MICHAEL FIGUEROLA DUTHURBURU
FICHA N° 55130
COP N° 937

Pag 2 de 2

Anexo 04: Certificado de calibración – Balanza



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 270-17 BAL

OTORGADO A : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de medición : Balanza Digital
Capacidad : 2100 gr.
Marca : OHAUS
Modelo : PAJ2102
Serie : 8332050495
Fecha de Calibración : 20.11.2017
Próxima Calibración : 20.05.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

U = 0.1 gr. + 0.0020

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo. de Pesas de 2 mg a 200 gr.
CERTIFICADOS LM-C-088-2017, LM-C- 076-2017, LM -C-051-2017

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 22.1°C Final 22.1°C
Humedad Relativa 80%.

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro. del certificado.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nro 270-17 BAL

Fecha 20/11/2017
Caduca 20/05/2018

RAZON SOCIAL : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A
 Marca : OHAUS CLASE : II ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Modelo : PAJ2102 CAPACIDAD : 2100 g
 Serie : 8332050495 DIVIS DE ESCALA : 0.1 g
 DIVIS DE VERIFICACION : 0.1 g *Ing. Luis Taboada Palacios*
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

Medición Nro	Carga L1 = 1000		
	I (g)	AL (g)	E (g)
1	1000.00	1.5	1.5
2	1000.00	1.5	1.5
3	1000.00	1.5	1.5
4	1000.00	1.5	1.5
5	1000.00	1.5	1.5
6	1000.00	1.5	1.5
7	1000.00	1.5	1.5
8	1000.00	1.5	1.5
9	1000.00	1.5	1.5
10	1000.00	1.5	1.5

Medición Nro	Carga L1 = 2100		
	I (g)	AL (g)	E (g)
1	2099.97	2	2
2	2099.97	2	2
3	2099.97	2	2
4	2099.97	2	2
5	2099.97	2	2
6	2099.97	2	2
7	2099.97	2	2
8	2099.97	2	2
9	2099.97	2	2
10	2099.97	2	2

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
1000 g	0 g	0.5 g
2500 g	-0.03 g	1 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo			
	Carga Min	I (g)	AL (g)	E (g)
1	1 g	1.0	0	0
2		1.0	0	0
3		1.0	0	0
4		1.0	0	0
5		1.0	0	0

Carga L	Determinación de error corregido Eo				e.m.p + (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
200 g	200.00	0	0	0	0.1
	200.00	0	0	0	0.1
	200.00	0	0	0	0.1
	200.00	0	0	0	0.1
	200.00	0	0	0	0.1

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES			
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)
0.5	0.50	0	0	0
1	1.00	0	0	0
2	2.00	0	0	0
5	5.00	0	0	0
10	10.00	0	0	0
20	20.00	0	0	0
50	50.00	0	0	0
100	100.00	0	0	0
200	200.00	0	0	0
500	500.00	0	0	0
1000	1000.00	0	0	0
2000	1999.98	0	0	0
2500	2099.97	0	0	0

I (g)	DECRECIENTES			e.m.p + (g)
	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.50	0	0	0	0.1
1.00	0	0	0	0.1
2.00	0	0	0	0.1
5.00	0	0	0	0.1
10.00	0	0	0	0.1
20.00	0	0	0	0.1
50.00	0	0	0	0.1
100.00	0	0	0	0.1
200.00	0	0	0	0.1
500.00	0	0	0	0.1
#####	0	0	0	0.1
#####	0	0	0	0.1
#####	0	0	0	0.1

Anexo 05: Certificado de calibración – Baño María



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO N° 014-17 BM

**CALIBRACIÓN DE CONSERVADOR BAÑO
MARIA**

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

EQUIPO:

Marca : HUMBOLDT
Modelo : H-1390
Procedencia : U.S.A.
Cámara : 30 lt.
SERIE : CASA1273-11092
Punto de Operación : 60 °C
Punto de Operación : 25 °C

FECHA:

Huachipa, 20 de Octubre del 2017.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.



Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

1. CLIENTE **CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.**

Dirección La Calibración se efectuó en Cañete.

2. EQUIPO : **Conservador Baño María.**

Marca : Humboldt
 Modelo : H-1390
 Procedencia : USA
 Cámara : 30 lt
 Punto de Operación : 60 °C
 Punto de Operación : 25 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

2.1 INDICADOR : **TERMOSTATO**

Alcance : 0°C a 200°C
 División de escala : 1 °C

2.2 SENSOR : **TIPO Termostato**

Alcance : 0°C a 200°C
 División de escala : 1 °C

3. METODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.

- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocuplas Tipo "T".
- Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S TO-001
Informe de calibración de INACAL N° LT-093-2017

5. RESULTADOS

5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.

- Temperatura : 22.4°C
- Humedad Relativa : 80%
- Presión Atmosférica : 101.40 mbar.

5.2 INSPECCION VISUAL.

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación (usado).

5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- La periodicidad de las calibraciones esta en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

1. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 60 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 58551

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C					T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0:00	53	60,1	60,4	60,3	60,2	60,6	60,3	0,5
0:02	53	60,2	60,3	60,2	60,2	60,6	60,3	0,4
0:04	53	60,1	60,3	60,3	60,3	60,5	60,3	0,4
0:06	53	60,0	60,4	60,2	60,1	60,6	60,3	0,6
0:08	53	60,2	60,6	60,3	60,1	60,4	60,3	0,5
0:10	53	60,2	60,5	60,4	60,1	60,6	60,4	0,5
0:12	53	60,3	60,4	60,1	60,3	60,3	60,3	0,3
0:14	53	60,2	60,5	60,2	60,3	60,9	60,4	0,7
0:16	53	60,3	60,4	60,2	60,3	60,9	60,4	0,7
0:18	53	60,1	60,5	60,2	60,2	60,7	60,3	0,6
0:20	53	60,3	60,6	60,5	60,0	60,9	60,5	0,9
0:22	53	60,4	60,3	60,6	60,2	60,9	60,5	0,7
0:24	53	60,2	60,6	60,3	60,4	61,0	60,5	0,8
0:26	53	60,3	60,6	60,1	60,3	60,7	60,4	0,6
0:28	53	60,0	60,3	59,9	60,1	60,6	60,2	0,7
0:30	53	60,4	60,5	60,1	60,1	60,6	60,3	0,5
0:32	53	60,1	60,5	60,3	60,1	60,5	60,3	0,4
0:34	53	60,1	60,3	60,1	60,0	60,4	60,2	0,4
0:36	53	60,1	60,4	60,0	60,4	60,6	60,3	0,6
0:38	53	59,9	60,3	60,1	60,6	60,7	60,3	0,8
0:40	53	60,0	60,4	59,8	60,6	60,9	60,3	1,1
0:42	53	60,2	60,7	60,2	60,7	61,1	60,6	0,9
0:44	53	60,2	60,6	60,0	60,3	61,1	60,4	1,1
0:46	53	60,0	60,1	60,0	60,2	60,6	60,2	0,6
0:48	53	60,2	60,4	60,3	60,2	60,8	60,4	0,6
0:50	53	60,4	60,3	60,2	60,3	60,8	60,4	0,6
T. PROM.	53,0	60,2	60,4	60,2	60,3	60,7	60,4	
T. MAX.	53,0	60,4	60,7	60,6	60,7	61,1		
T. MIN.	53,0	59,9	60,1	59,8	60,0	60,3		

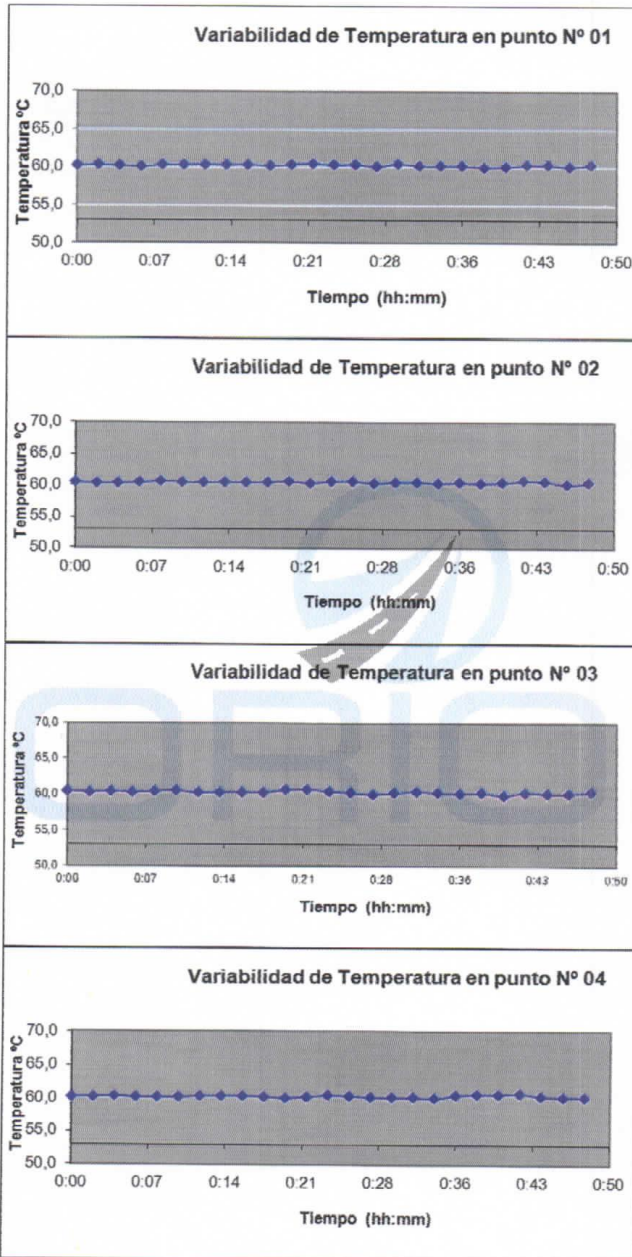
NOMENCLATURA:

- T .Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
Tmax – Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 60 °C

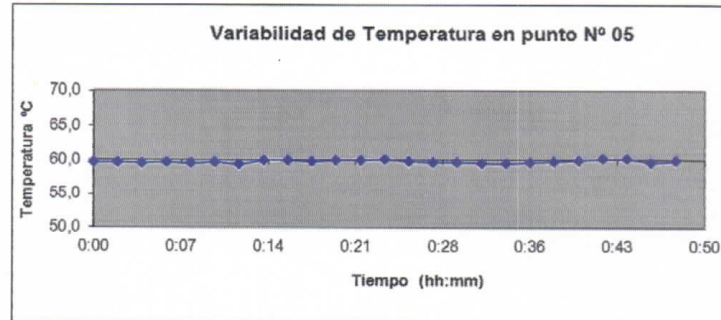


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
INGENIERO DE LABORATORIO

Los Huertos de Huanchari Mz. E Lt. 15, Lurigancho, H. 09531 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
ventas@orionrcl.com | www.orionrcl.com

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 60 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

2. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 25 °C

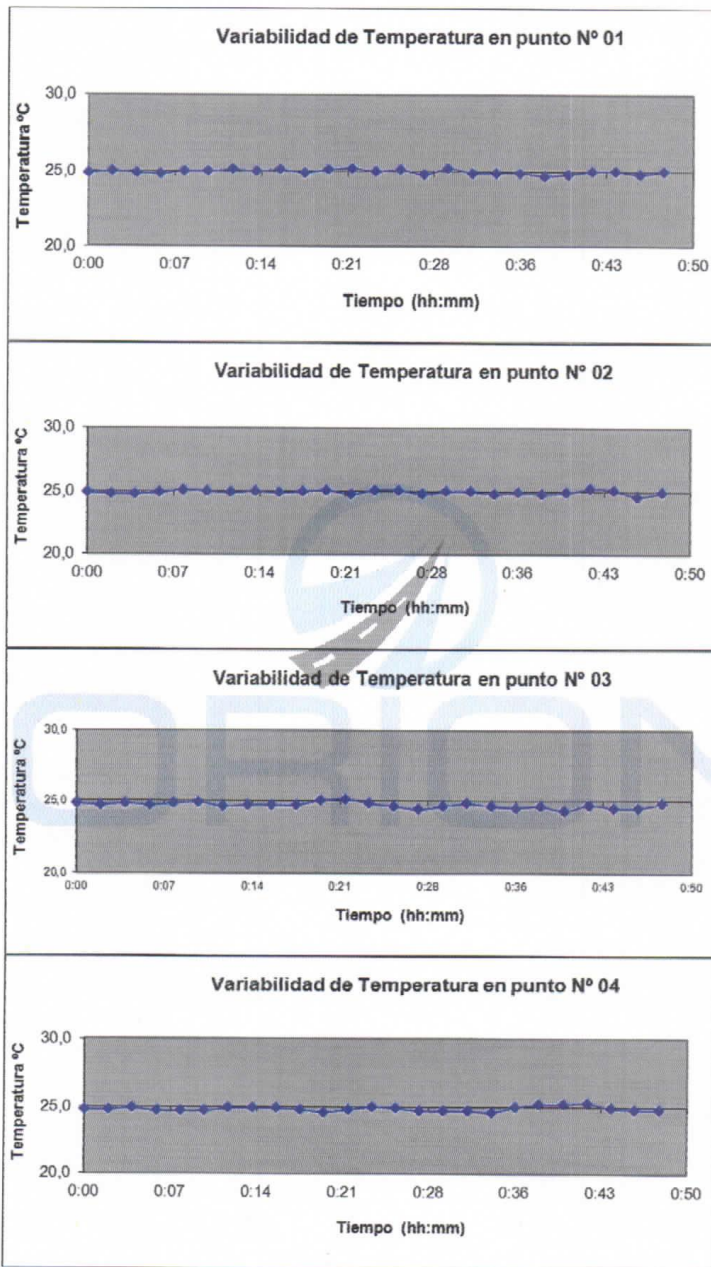
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C					T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0:00	25	24,9	24,9	24,8	24,8	25,1	24,9	0,3
0:02	25	25,0	24,8	24,7	24,8	25,1	24,9	0,4
0:04	25	24,9	24,8	24,8	24,9	25,0	24,9	0,2
0:06	25	24,8	24,9	24,7	24,7	25,1	24,8	0,4
0:08	25	25,0	25,1	24,8	24,7	24,9	24,9	0,4
0:10	25	25,0	25,0	24,9	24,7	25,1	24,9	0,4
0:12	25	25,1	24,9	24,6	24,9	24,8	24,9	0,5
0:14	25	25,0	25,0	24,7	24,9	25,4	25,0	0,7
0:16	25	25,1	24,9	24,7	24,9	25,4	25,0	0,7
0:18	25	24,9	25,0	24,7	24,8	25,2	24,9	0,5
0:20	25	25,1	25,1	25,0	24,6	25,4	25,0	0,8
0:22	25	25,2	24,8	25,1	24,8	25,4	25,1	0,6
0:24	25	25,0	25,1	24,8	25,0	25,5	25,1	0,7
0:26	25	25,1	25,1	24,6	24,9	25,2	25,0	0,6
0:28	25	24,8	24,8	24,4	24,7	25,1	24,8	0,7
0:30	25	25,2	25,0	24,6	24,7	25,1	24,9	0,6
0:32	25	24,9	25,0	24,8	24,7	25,0	24,9	0,3
0:34	25	24,9	24,8	24,6	24,6	24,9	24,8	0,3
0:36	25	24,9	24,9	24,5	25,0	25,1	24,9	0,6
0:38	25	24,7	24,8	24,6	25,2	25,2	24,9	0,6
0:40	25	24,8	24,9	24,3	25,2	25,4	24,9	1,1
0:42	25	25,0	25,2	24,7	25,3	25,6	25,2	0,9
0:44	25	25,0	25,1	24,5	24,9	25,6	25,0	1,1
0:46	25	24,8	24,6	24,5	24,8	25,1	24,8	0,6
0:48	25	25,0	24,9	24,8	24,8	25,3	25,0	0,5
0:50	25	25,2	24,8	24,7	24,9	25,3	25,0	0,6
T. PROM.	25,0	25,0	24,9	24,7	24,9	25,2	24,9	
T. MAX.	25,0	25,2	25,2	25,1	25,3	25,6		
T. MIN.	25,0	24,7	24,6	24,3	24,6	24,8		

NOMENCLATURA:

- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Fig. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 58551

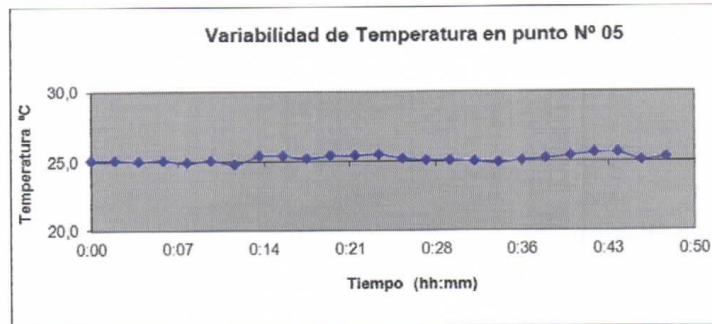


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios

Los Huertos de Huachipa Mz. E.L. 15, Lurigancho | Telf. 371 004 475 | Email: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 25 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

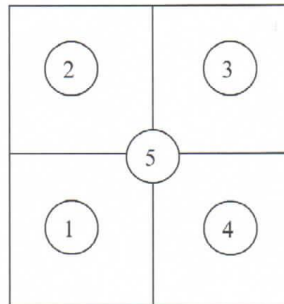
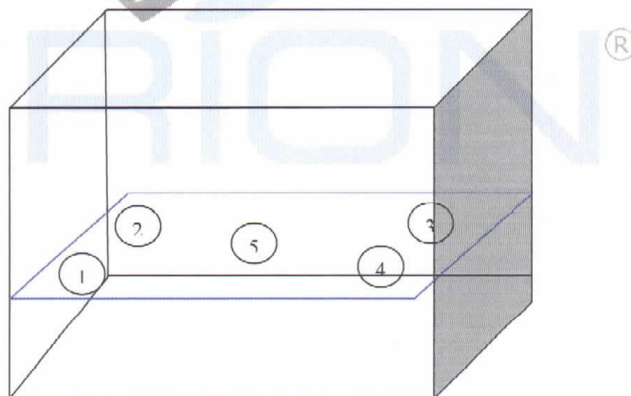


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56553

Anexo 06: Certificado de calibración – Horno de laboratorio



ORION LABORATORIOS E.I.R.L. Página 1 de 7
Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 030-17 HL

CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

EQUIPO:

Marca : DESPATCH
Modelo : Protocol3
Capacidad : 120 Lts
Procedencia : USA
SERIE : CASA1260
Tipo de Circulación : Ventilación
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

FECHA:

Huachipa, 20 de Noviembre del 2017.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

1. **CLIENTE** CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

Dirección La Calibración se efectuó en Cañete.

2. **EQUIPO** : **Horno de Laboratorio.**

Marca : Despatch
 Modelo : Protocol3
 Capacidad : 120 Lts
 Procedencia : USA
 Tipo de Circulación : Ventilación
 Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

2.1 **INDICADOR** : **Protocol3 Display**

Alcance : 0°C a 300°C

División de escala : 1 °C

2.2 **SENSOR** : **TERMOCUPLA TIPO "J"**

Alcance : 0°C a 300°C

División de escala : 1 °C

3. **METODO DE CALIBRACIÓN.**

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. **PATRÓN DE CALIBRACIÓN.**

- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
 - Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocuplas Tipo "T".
 - Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S T0-001
 Informe de calibración de INACAL. LT-093-2017

5. **RESULTADOS**

5.1 **CONDICIONES AMBIENTALES.**

- Temperatura : 22.2 °C
 - Humedad Relativa : 80 %
 - Presión Atmosférica : 985 hPa.

5.2 **INSPECCION VISUAL.**

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación.

5.3 **CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.**

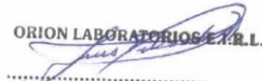
- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
 - Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
 - La periodicidad de las calibraciones esta en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

- Control de la distribución de la temperatura:

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

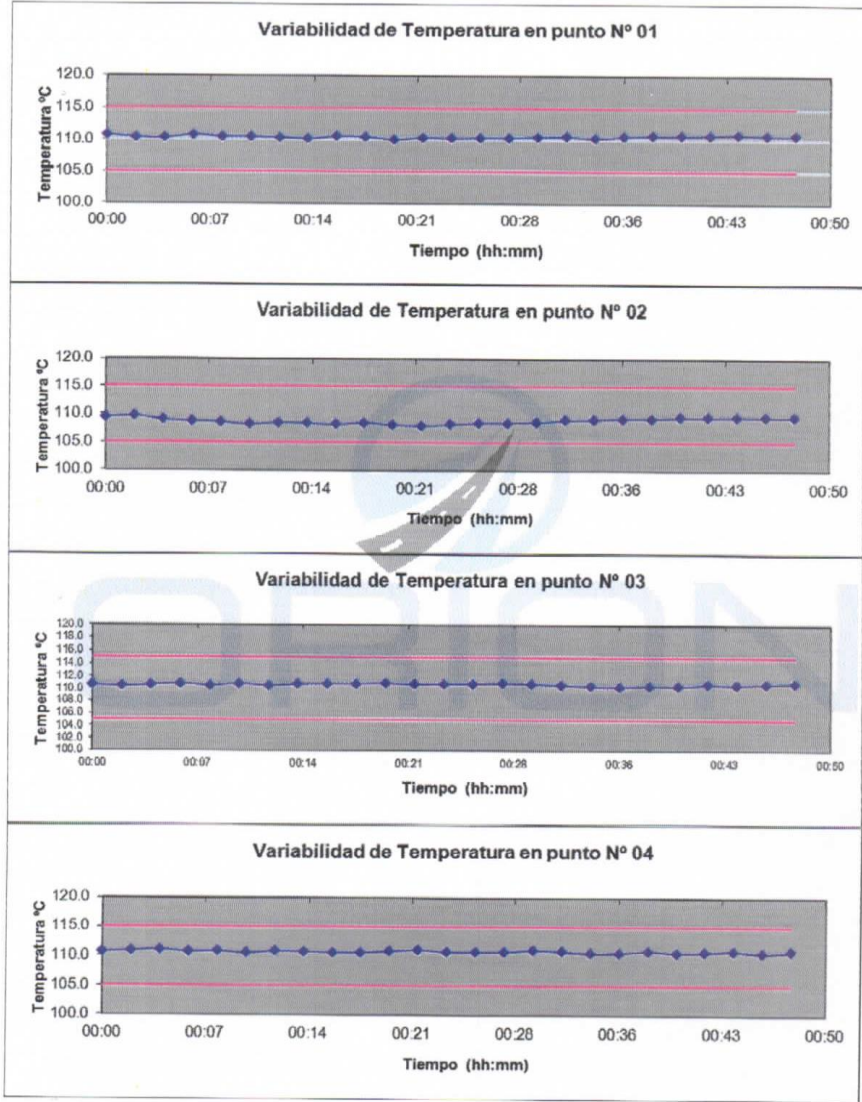
Ensayo para un valor esperado de: 110 °C


Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110.2	110.7	109.4	110.6	110.6	109.7	110.0	111.0	110.8	112.5	110.8	110.6	3.1
00:02	109.8	110.3	109.7	110.4	110.8	110.1	109.9	110.6	110.7	112.6	110.8	110.6	2.9
00:04	109.7	110.2	109.0	110.6	111.0	109.9	110.0	111.4	110.0	112.6	110.6	110.5	3.6
00:06	110.2	110.7	108.8	110.8	110.6	109.7	110.0	111.9	110.6	112.6	110.7	110.6	3.8
00:08	109.9	110.4	108.6	110.5	110.7	109.4	109.9	110.4	110.7	112.7	110.2	110.4	4.1
00:10	109.9	110.4	108.2	110.8	110.4	109.8	110.1	110.6	110.5	111.5	110.1	110.2	3.3
00:12	109.8	110.3	108.5	110.5	110.7	109.4	110.3	111.3	110.7	111.1	110.4	110.3	2.8
00:14	109.6	110.1	108.4	110.7	110.6	109.2	110.2	110.1	111.0	111.2	110.4	110.2	2.8
00:16	110.0	110.5	108.2	110.8	110.5	109.3	110.2	110.0	110.7	111.6	110.4	110.2	3.4
00:18	109.9	110.4	108.5	110.8	110.5	109.7	110.4	110.2	110.8	112.1	110.7	110.4	3.6
00:20	109.5	110.0	108.1	110.9	110.7	109.9	110.4	110.3	111.0	112.1	110.6	110.4	4.0
00:22	109.8	110.3	107.9	110.7	110.9	109.7	110.3	110.4	110.8	112.0	110.6	110.4	4.1
00:24	109.7	110.2	108.2	110.8	110.6	110.1	110.5	110.2	110.7	112.3	110.5	110.4	4.1
00:26	109.8	110.3	108.5	110.8	110.6	109.9	110.5	110.8	110.6	111.6	110.5	110.4	3.1
00:28	109.8	110.3	108.5	110.9	110.6	109.8	110.0	110.4	110.8	111.5	110.3	110.3	3.0
00:30	109.9	110.4	108.6	110.8	110.9	109.5	109.6	110.3	110.6	111.2	110.4	110.2	2.6
00:32	110.0	110.5	109.0	110.6	110.7	109.2	109.7	110.5	110.5	110.9	110.3	110.2	1.9
00:34	109.7	110.2	109.1	110.4	110.4	109.0	109.9	110.7	110.6	110.8	110.5	110.2	1.8
00:36	110.0	110.5	109.3	110.3	110.5	109.1	109.9	110.2	110.4	110.9	110.6	110.2	1.8
00:38	110.1	110.6	109.3	110.5	110.8	109.2	110.0	110.1	110.7	111.2	110.5	110.3	2.0
00:40	110.1	110.6	109.5	110.4	110.5	109.0	109.9	110.3	110.6	111.3	110.8	110.3	2.3
00:42	110.2	110.7	109.5	110.7	110.6	109.3	110.0	110.5	110.7	111.4	110.4	110.4	2.1
00:44	110.3	110.8	109.6	110.6	110.8	109.7	109.8	110.2	110.8	111.4	110.3	110.4	1.8
00:46	110.1	110.6	109.5	110.8	110.4	109.8	109.9	110.0	111.0	111.7	110.4	110.4	2.2
00:48	110.1	110.6	109.5	110.9	110.7	109.9	110.4	110.3	110.9	111.6	110.4	110.5	2.1
00:50	110.1	110.6	109.6	110.9	110.7	109.7	110.5	110.3	110.8	111.7	110.9	110.6	2.1
T. PROM.	109.9	110.4	108.9	110.8	110.7	109.6	110.2	110.6	110.7	111.8	110.6	110.4	
T. MAX.	110.3	110.8	109.7	110.9	111.0	110.1	110.5	111.9	111.0	112.7	110.8		
T. MIN.	109.5	110.0	107.9	110.3	110.4	109.0	109.6	110.0	110.0	110.8	110.1		

NOMENCLATURA:

- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

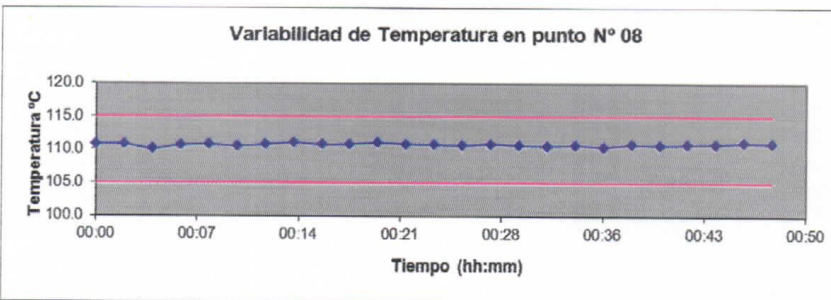
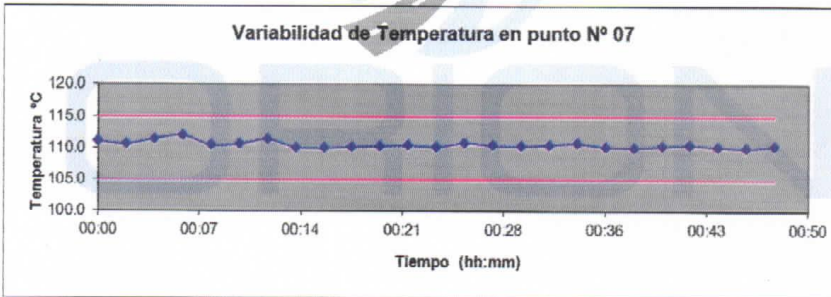
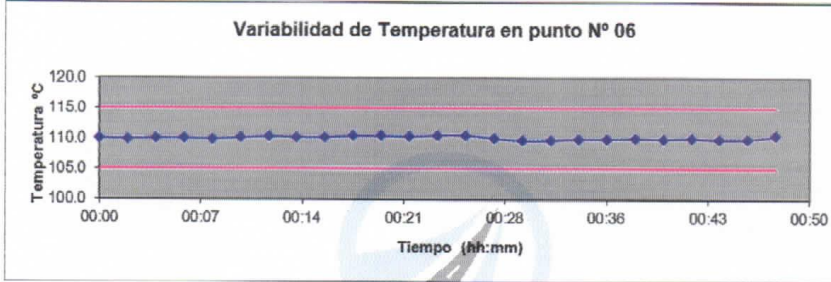
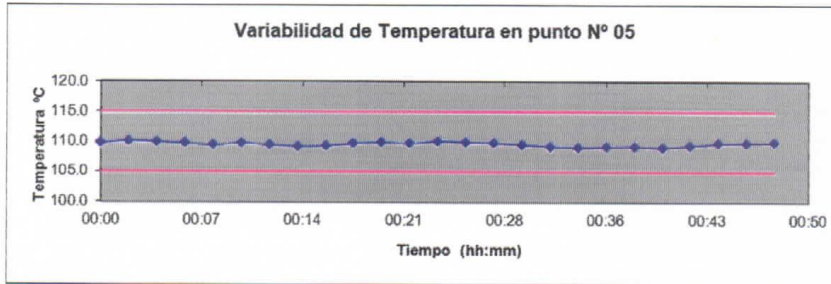
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 58551

Los Huertos de Huachipa Mz. E.LL. 15, Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Email: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 ventas@orionrep.com | www.orionrep.com

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

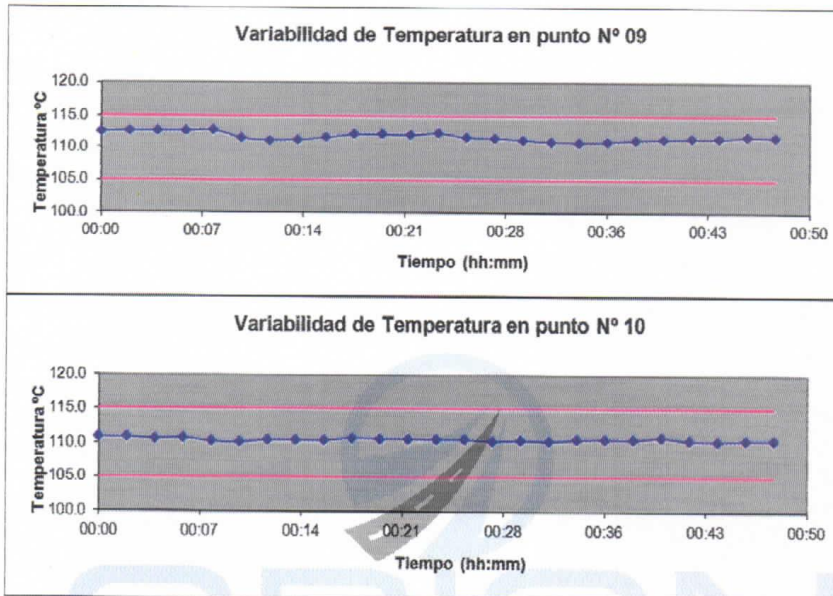



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 58551

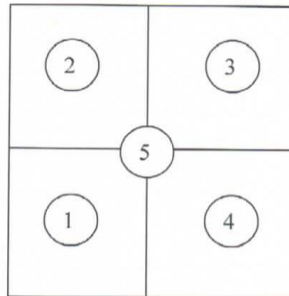
Los Hueros de Huchipu Mz. E Lt. 15, Lurigancho | Telf: 371 0531 - 371 0475 | Lmtel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

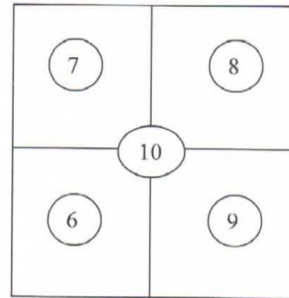


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

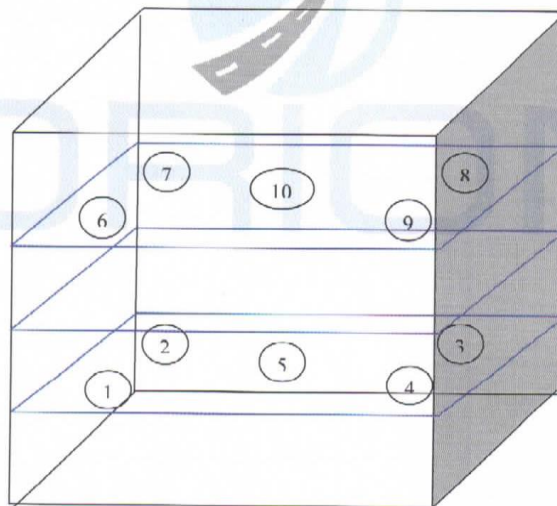


NIVEL INFERIOR

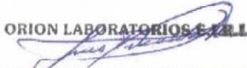


NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 96581

Anexo 07: Certificado de calibración – Anillo de Carga de Prensa Marshall



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 027-17 AC**

SOLICITANTE : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

**TITULO : Calibración de Anillo de Carga
de Prensa Marshall**

Marca : FORNEY

Modelo : 7690F

Serie : 2453

Anillo : FORNEY

Serie : 244

Capacidad : 6000 lbs

DIAL : SPI

Modelo : 20-701-9

FECHA :

Huachipa, 20 de Noviembre del 2017

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

VERIFICACION**1.- GENERALIDADES**

A solicitud de CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A. se procedió a verificar el comportamiento de un anillo de carga con Dial indicador de lectura. La Calibración se realizó en Cañete el 20 de Noviembre del 2017.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR**Anillo de Carga**

Capacidad : 6000 Lbs
Marca : FORNEY
N/S : 244

Dial:

Marca : SPI
Modelo : 20-701-9

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP TRANSDUCER
Tipo : C2S
Serie N° : 205775
Carga Nominal : 10 TN
Modalidad : Compresión
Indicador : Digital AEP Transducer
Modelo : MP10.
N° Serie : 6181-2006-06

Calibración realizada en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente: INF-LE 095-17B

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

En la Carta de Calibración se muestran en detalle los valores en libras por cada división del Dial de Carga.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

.....
Ing. Luis Taboada Pelacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

TABLA N° 1
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
 Cap. 6000 lbs, N/S 244
 Dial SPI , Mod 20-701-9

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACION (Kg)			SERIE PROMEDIO Kg	Error Repetibilidad %
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)		
19	54.6	54.4	54.7	54.57	0.28
120	345.8	346.2	346.1	346.03	0.06
152	442.5	442.8	442.1	442.47	0.08
293	840.6	841.3	842.7	841.53	0.13
325	929.4	930.5	930.1	930.00	0.06
422	1,215.5	1,216.3	1,216.2	1,216.00	0.04
530	1,526.2	1,527.9	1,525.9	1,526.67	0.07
572	1,642.0	1,644.7	1,643.8	1,643.50	0.08
652	1,875.9	1,876.2	1,874.6	1,875.57	0.05
729	2,099.9	2,099.2	2,098.3	2,099.13	0.04
823	2,350.4	2,350.5	2,351.4	2,350.77	0.02
970	2,774.1	2,775.3	2,776.5	2,775.30	0.04

Coefficiente de correlación..:

$R^2 = 1,0000$

Recta de ajuste:
Donde:

$y = 2,8746x + 0,4456$

X : lectura del dial (divisiones)
Y : fuerza promedio (Kg)

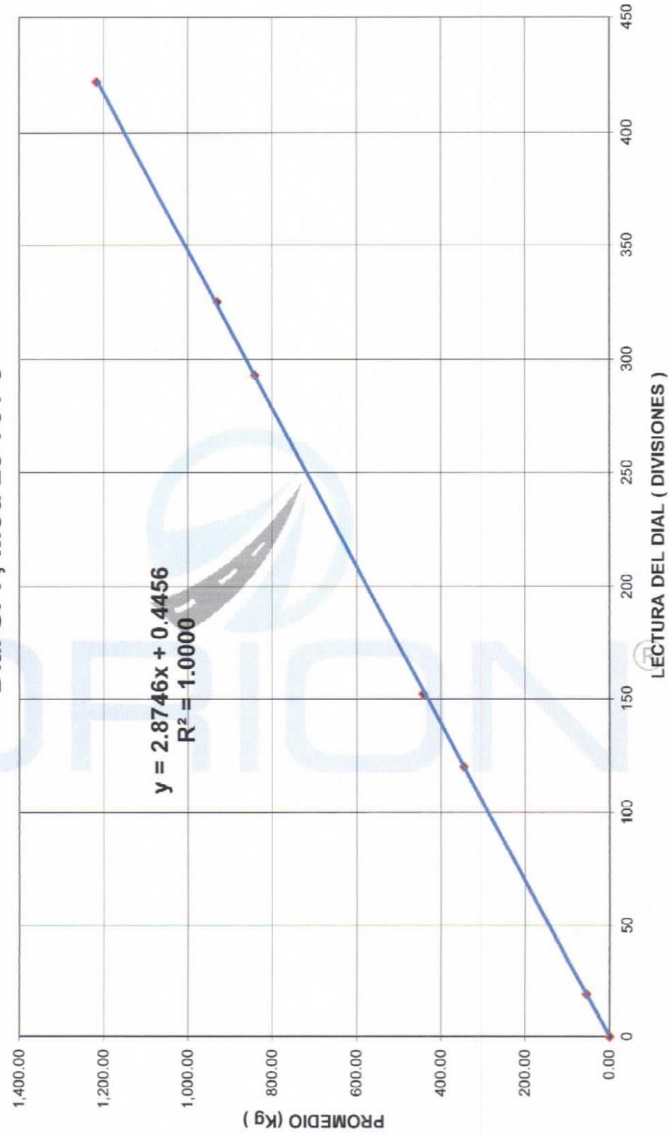
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 50853

INFORME 027-17 AC

GRAFICO N° 1
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
 Cap. 6000 lbs, N/S 244
 Dial SPI , Mod 20-701-9

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Fernando Palacios
 Inge. Civil - CIP 58551





ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CARTA DE CALIBRACIÓN

ANILLO DE CARGA : FORNEY
 CAPACIDAD : 6000 lbs
 SERIE : 2453
 CON DIAL : SPI

FECHA DE CALIBRACIÓN : 20 de Noviembre del 2017

$$y = 2,8746x + 0,4456$$

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Pclacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

Divis.	Kilogramos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	3	6	9	12	15	18	21	23	26
10	29	32	35	38	41	44	46	49	52	55
20	58	61	64	67	69	72	75	78	81	84
30	87	90	92	95	98	101	104	107	110	113
40	115	118	121	124	127	130	133	136	138	141
50	144	147	150	153	156	159	161	164	167	170
60	173	176	179	182	184	187	190	193	196	199
70	202	205	207	210	213	216	219	222	225	228
80	230	233	236	239	242	245	248	251	253	256
90	259	262	265	268	271	274	276	279	282	285
100	288	291	294	297	299	302	305	308	311	314
110	317	320	322	325	328	331	334	337	340	343
120	345	348	351	354	357	360	363	366	368	371
130	374	377	380	383	386	389	391	394	397	400
140	403	406	409	412	414	417	420	423	426	429
150	432	435	437	440	443	446	449	452	455	458
160	460	463	466	469	472	475	478	481	483	486
170	489	492	495	498	501	504	506	509	512	515
180	518	521	524	526	529	532	535	538	541	544
190	547	549	552	555	558	561	564	567	570	572
200	575	578	581	584	587	590	593	595	598	601
210	604	607	610	613	616	618	621	624	627	630
220	633	636	639	641	644	647	650	653	656	659
230	662	664	667	670	673	676	679	682	685	687
240	690	693	696	699	702	705	708	710	713	716
250	719	722	725	728	731	733	736	739	742	745
260	748	751	754	756	759	762	765	768	771	774
270	777	779	782	785	788	791	794	797	800	802
280	805	808	811	814	817	820	823	825	828	831
290	834	837	840	843	846	848	851	854	857	860
300	863	866	869	871	874	877	880	883	886	889
310	892	894	897	900	903	906	909	912	915	917
320	920	923	926	929	932	935	938	940	943	946
330	949	952	955	958	961	963	966	969	972	975
340	978	981	984	986	989	992	995	998	1001	1004
350	1007	1009	1012	1015	1018	1021	1024	1027	1030	1032
360	1035	1038	1041	1044	1047	1050	1053	1055	1058	1061
370	1064	1067	1070	1073	1076	1078	1081	1084	1087	1090
380	1093	1096	1099	1101	1104	1107	1110	1113	1116	1119
390	1122	1124	1127	1130	1133	1136	1139	1142	1145	1147
400	1150	1153	1156	1159	1162	1165	1168	1170	1173	1176
410	1179	1182	1185	1188	1191	1193	1196	1199	1202	1205
420	1208	1211	1214	1216	1219	1222	1225	1228	1231	1234
430	1237	1239	1242	1245	1248	1251	1254	1257	1260	1262



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

Divis.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
440	1265	1268	1271	1274	1277	1280	1283	1285	1288	1291
450	1294	1297	1300	1303	1306	1308	1311	1314	1317	1320
460	1323	1326	1329	1331	1334	1337	1340	1343	1346	1349
470	1352	1354	1357	1360	1363	1366	1369	1372	1375	1377
480	1380	1383	1386	1389	1392	1395	1398	1400	1403	1406
490	1409	1412	1415	1418	1420	1423	1426	1429	1432	1435
500	1438	1441	1443	1446	1449	1452	1455	1458	1461	1464
510	1466	1469	1472	1475	1478	1481	1484	1487	1489	1492
520	1495	1498	1501	1504	1507	1510	1512	1515	1518	1521
530	1524	1527	1530	1533	1535	1538	1541	1544	1547	1550
540	1553	1556	1558	1561	1564	1567	1570	1573	1576	1579
550	1581	1584	1587	1590	1593	1596	1599	1602	1604	1607
560	1610	1613	1616	1619	1622	1625	1627	1630	1633	1636
570	1639	1642	1645	1648	1650	1653	1656	1659	1662	1665
580	1668	1671	1673	1676	1679	1682	1685	1688	1691	1694
590	1696	1699	1702	1705	1708	1711	1714	1717	1719	1722
600	1725	1728	1731	1734	1737	1740	1742	1745	1748	1751
610	1754	1757	1760	1763	1765	1768	1771	1774	1777	1780
620	1783	1786	1788	1791	1794	1797	1800	1803	1806	1809
630	1811	1814	1817	1820	1823	1826	1829	1832	1834	1837
640	1840	1843	1846	1849	1852	1855	1857	1860	1863	1866
650	1869	1872	1875	1878	1880	1883	1886	1889	1892	1895
660	1898	1901	1903	1906	1909	1912	1915	1918	1921	1924
670	1926	1929	1932	1935	1938	1941	1944	1947	1949	1952
680	1955	1958	1961	1964	1967	1970	1972	1975	1978	1981
690	1984	1987	1990	1993	1995	1998	2001	2004	2007	2010
700	2013	2016	2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036	2039
710	2041	2044	2047	2050	2053	2056	2059	2062	2064	2067
720	2070	2073	2076	2079	2082	2085	2087	2090	2093	2096
730	2099	2102	2105	2108	2110	2113	2116	2119	2122	2125
740	2128	2131	2133	2136	2139	2142	2145	2148	2151	2154
750	2156	2159	2162	2165	2168	2171	2174	2177	2179	2182
760	2185	2188	2191	2194	2197	2200	2202	2205	2208	2211
770	2214	2217	2220	2223	2225	2228	2231	2234	2237	2240
780	2243	2246	2248	2251	2254	2257	2260	2263	2266	2269

Los Huertos de Huachipa Mz. E.L. 15, Lurigancho | Telf: 371 0531 - 371 0475 | Email: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 ventas@orionrep.com | www.orionrep.com

Anexo 08: Certificado de calibración – Termómetro



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: 23200-5583-CLT-2014

Expediente : 840-6460-2014

Página : 1 de 2

Fecha de emisión : 2014 - 01 - 13

1. **SOLICITANTE** : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S. A.
DIRECCIÓN : REAL VIAL 6 CAÑETE, SAN VICENTE DE CAÑETE-CAÑETE-LIMA
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TERMÓMETRO DE LÍQUIDO EN VIDRIO**
MARCA : MILLER & WEBER
MODELO : NO INDICA
N° SERIE : 4F4984
ALCANCE : -1 °C a 175 °C
DIVISION DE ESCALA : 0,5 °C
SENSOR : MERCURIO
PROCEDENCIA : U.S.A
UBICACION : LABORATORIO DE PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS
IDENTIFICACION DEL EQUIPO : 017-LAB-PEA

3. **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
 La calibración se realizó el día 8 de Enero del 2014 en las instalaciones de CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S. A.

4. **MÉTODO.**
 La calibración se efectuó por comparación directa, tomando como referencia el Procedimiento para la calibración de termómetros de liquido en vidrio PC-009 del SNM-INDECOPI.

5. **PATRÓN DE MEDICIÓN.**

INSTRUMENTO	MARCA	SENSOR	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	TRACEABLE	PT 100	NO INDICA	LT-617-2012	SNM-INDECOPI
BAROTERMOHIGRÓMETRO	CONTROL COMPANY	NO INDICA	4195CC	LT-657-2012	SNM-INDECOPI

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura : 26,3 °C a 26,8 °C Humedad Relativa : 52% a 53%
 Presión atmosférica : 1001 mbar a 1002 mbar

7. **OBSERVACIONES.**
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

César Toledo Baca
 Gerente Técnica

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC
 Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
 RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 116*7242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Certificado N° : 23200-5583-CLT-2014

Página : 2 de 2

RESULTADOS

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	ERROR (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
60,0	-0,1	59,9	0,10

$$\text{Temperatura Convencionalmente Verdadera} = \text{Indicación del Termómetro} + \text{Error}$$

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 116*7242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

Anexo 09: Certificado de calibración – Cronómetro



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 23210-233-CLW-2014

Expediente : 840-6460-2014
 Página : 1 de 2
 Fecha de emisión : 2014-01-13

- SOLICITANTE :** CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
DIRECCIÓN : REAL VIAL 6 CAÑETE, SAN VICENTE DE CAÑETE-LIMA
- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** CRONÓMETRO
MARCA : Q&Q
MODELO : NO INDICA
N° DE SERIE : NO INDICA
ALCANCE DE ESCALA : 9h 59' 59"
DIVISION DE ESCALA : 0,01 " s
PRECISIÓN : NO INDICA
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACION : 026-LAB-PE
UBICACION : LABORATORIO DE PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS

- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
 La calibración se realizó el día 7 de Enero del 2014 en las instalaciones de CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
- MÉTODO.**
 La calibración se realizó mediante comparación directa con un cronómetro patrón, tomando como referencia el "Procedimiento PCI-016: Procedimiento de Calibración de Cronómetros y temporizadores", de Advanced Metrology S.A.C.

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CRONÓMETRO	CASIO	HS-70W	LTF-100-2013	SNM-INDECOPI
BAROTERMOHIGRÓMETRO	CONTROL COMPANY	4195CC	LT-657-2012	SNM-INDECOPI

- CONDICIONES AMBIENTALES.**
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura: 27,0 °C a 27,9 °C Humedad Relativa: 40% a 41% Presión atmosférica : 1001 mbar

- OBSERVACIONES.**
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

César Toledo Baca
 Gerencia Técnica

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC
 Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
 RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 1167242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Certificado N° : 23210-233-CLW-2014

Página : 2 de 2

RESULTADOS			
VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (h. min y s)	INDICACIÓN DE INSTRUMENTO (h. min y s)	ERROR (s)	INCERTIDUMBRE (s)
0h 0' 10" 47	0h 0' 10" 47	0,00	0,03
0h 1' 0" 10	0h 1' 0" 11	-0,01	0,03
0h 5' 0" 17	0h 5' 0" 15	0,03	0,06
1h 0' 0" 20	1h 0' 0" 25	-0,05	0,02
1h 30' 30" 32	1h 30' 30" 27	0,05	0,02
3h 30' 0" 8	3h 30' 0" 1	0,07	0,02

El error máximo permitido EMP del equipo es de $\pm 0,1$ s.

Valor Convencionalmente verdadero = Lectura del Instrumento + Error

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC
 Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
 RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 1167242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

Anexo 10: Validación de los instrumentos de medición



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Dr. Mgtr. ESPIRITZA Sandoval, Jaime Hernan

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil la UCV, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

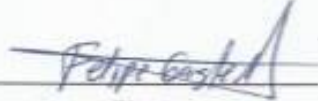
El título del proyecto de investigación es: *"Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible- Lima, 2018"* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de psicología, educación y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Protocolo de evaluación del instrumento

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma

Nombre y Apellidos: Felipe David GARIBATE ALVA
D.N.I: 72813900


Firma

Nombre y Apellidos: JHERSON AVARANI
D.N.I: 70998575 SANCHEZ



Definición conceptual de las variables y dimensiones

I. Variable Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional:

El Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros tradicional se define como: "Las mezclas asfálticas modificadas son el resultado de la incorporación de polímeros en el asfalto, que vienen hacer componentes estables para las condiciones del clima que se van a presentar, en las que son agregadas al cemento asfáltico en líquido para poder mejorar sus propiedades mecánicas y físicas". (Herrada y Chávez, 2013, p. 14)

II. Dimensiones

◆ Viscosidad, densidad, (%) vacíos, estabilidad.

I. Durabilidad:

La durabilidad integra diversas propiedades de las mezclas asfálticas con polímeros, el cual amplía su resistencia del asfalto, aumentan la resistencia mecánica, gran poder humectante y mejor adherencia de los agregados Herrada y Chávez (2013, p.15).

II. Tiempo de vida útil

Las mezclas asfálticas que son modificadas con polímeros generan un aumento de dos a tres veces en el periodo de vida útil del pavimento flexible según sea el caso. Esto es debido a las dos categorías de los modificadores que son: Elastómeros (caucho) presentan una mejor resistencia al envejecimiento. Así mismo, la vida útil aumenta por la rigidez de los asfaltos modificados por los componentes de hule natural, látex, SBS y SBR. Ramírez (2013 p.28).

III. Costo

En el proceso de las mezclas asfálticas con polímeros, tendremos inicialmente un costo adicional de un 25% en relación a la mezcla asfáltica. Siendo así, un aumento que se tiene que tomar en consideración al seleccionar este método para el diseño y construcción de la carpeta asfáltica, examinando el costo – beneficio cuando se requiera su utilización. Lopez y Veloz (2013,p.152)



Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
V.1 Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional	Al modificar la mezcla asfáltica adicionando polímeros proporcionan una acción superficial iónica, que aumenta la adherencia entre los componentes pétreos y los componentes de asfalto, conservándola aún mejor cuando existe presencia del agua. Así mismo, generan un incremento en la resistencia de las mezclas asfálticas ante la deformación, a los esfuerzos cortantes debido a las cargas repetitivas y lo más relevante a la fatiga. Por consiguiente, minimizan el agrietamiento, mejora las condiciones hacia las variaciones que se dan en los cambios de temperatura respectivamente. Generalmente, estos polímeros se aplican primeramente al cemento asfáltico, para después ser mezclados con los componentes pétreos (Wulf, 2008, p. 23).	El resultado de una mezcla asfáltica con polímeros, dependerá que al adicionar el polímero contenga una determinada estructura química que ofrezca una excelente dispersión al mezclarlo con el asfalto, con el fin de conseguir una consistente estructura de malla. Por lo cual, llegará a un grado de elasticidad que favorecerá en otorgarle una resistencia a la fatiga y un aumento de las propiedades reológicas del asfalto (Wulf, 2008, p. 24).	• Viscosidad	• Rango de Temperatura de mezcla • Rango de Temperatura de Compactación	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Beloso, 2010, p. 243).
			• Densidad	• Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm ³) • Núcleo de asfalto modificado (kg/cm ³)	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Beloso, 2010, p. 243).
			• (%) de vacíos	• 3-5% (tradicional) • 3-5% (modificado)	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Beloso, 2010, p. 243).
			• Estabilidad	• 815 Kn (tradicional) • 815kN (modificado)	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Beloso, 2010, p. 243).
V.2 Optimizar propiedades mecánicas	Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan (Pasandín, 2016, p. 859). Una mezcla tradicional densa es una mezcla de asfalto caliente bien graduada para uso general. Cuando se diseña y construye correctamente, una mezcla densa relativamente impermeable se denomina por su tamaño máximo nominal de agregados y pueden clasificarse además como de grado fino o grueso (Fosdick y Slemrod, 2013, p. 111).	Las mezclas se pueden hacer con pavimento de asfalto 100% reciclado. Estas mezclas son económica y ambientalmente amigables. Las mezclas asfálticas recicladas se pueden triturar, clasificar, mezclar y colocar en el sitio utilizando emulsiones rejuvenecedoras diseñadas a medida (Guio y Sánchez, 2015, p. 382).	• Durabilidad	• Condiciones Climáticas • Condiciones de Trafico	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Beloso, 2010, p. 243).
			• Periodo de Vida útil	• 10-15 años asfalto tradicional • 20-25 años asfalto modificado	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de razón (Beloso, 2010, p. 243).
			• Costos	• Materiales • Mantenimiento	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Beloso, 2010, p. 243).



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide El Análisis Comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹				Relevancia ²				Claridad ³				Sugerencias
		M	D	A	M	M	D	A	M	M	D	A	M	
	DIMENSIÓN 1: VISCOSIDAD													
1	Rango de temperatura de mezcla			✓			✓					✓		
2	Rango de temperatura de compactación			✓			✓					✓		
	DIMENSIÓN 2: DENSIDAD													
3	Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm ³)			✓			✓					✓		
4	Núcleo de asfalto modificado (kg/cm ³)			✓			✓					✓		
	DIMENSIONES (%) VACIOS													I
5	3-5% (tradicional)			✓			✓					✓		
6	3-5% (modificado)			✓			✓					✓		
	DIMENSIÓN ESTABILIDAD													
7	815 kn (tradicional)			✓			✓					✓		
8	815 kn (modificado)			✓			✓					✓		

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [✓] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: Espinoza Sandoval, Jaime Hernan DNI: 10178995

Especialidad del validador: ING. CIVIL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

12 de 10 del 2018

Firma del Experto Informante.
Especialidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Dr. Mgtr. Augusto César Mesua Figueroa.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil la UCV, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: "*Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible- Lima, 2018*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de psicología, educación y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Protocolo de evaluación del instrumento

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Nombre y Apellidos: Felipe Naveel García Alva
D.N.I: 72813900

Firma

Nombre y Apellidos: Jueyson Huarani
D.N.I: 70998575 SÁNCHEZ



Definición conceptual de las variables y dimensiones

I. Variable Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional:

El Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros tradicional se define como: "Las mezclas asfálticas modificadas son el resultado de la incorporación de polímeros en el asfalto, que vienen hacer componentes estables para las condiciones del clima que se van a presentar, en las que son agregadas al cemento asfáltico en líquido para poder mejorar sus propiedades mecánicas y físicas". (Herrada y Chávez, 2013, p. 14)

II. Dimensiones

◆ Viscosidad, densidad, (%) vacíos, estabilidad.

I. Durabilidad:

La durabilidad integra diversas propiedades de las mezclas asfálticas con polímeros, el cual amplía su resistencia del asfalto, aumentan la resistencia mecánica, gran poder humectante y mejor adherencia de los agregados Herrada y Chávez (2013, p.15).

II. Tiempo de vida útil

Las mezclas asfálticas que son modificadas con polímeros generan un aumento de dos a tres veces en el periodo de vida útil del pavimento flexible según sea el caso. Esto es debido a las dos categorías de los modificadores que son: Elastómeros (caucho) presentan una mejor resistencia al envejecimiento. Así mismo, la vida útil aumenta por la rigidez de los asfaltos modificados por los componentes de hule natural, látex, SBS y SBR. Ramírez (2013 p.28).

III. Costo

En el proceso de las mezclas asfálticas con polímeros, tendremos inicialmente un costo adicional de un 25% en relación a la mezcla asfáltica. Siendo así, un aumento que se tiene que tomar en consideración al seleccionar este método para el diseño y construcción de la carpeta asfáltica, examinando el costo – beneficio cuando se requiera su utilización. Lopez y Veloz (2013,p.152)



Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
V.1 Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional.	Al modificar la mezcla asfáltica adicionando polímeros proporcionan una acción superficial iónica, que aumenta la adherencia entre los componentes pétreos y los componentes de asfalto, conservándola aún mejor cuando existe presencia del agua. Así mismo, generan un incremento en la resistencia de las mezclas asfálticas ante la deformación, a los esfuerzos cortantes debido a las cargas repetitivas y lo más relevante a la fatiga. Por consiguiente, minimizan el agrietamiento, mejora las condiciones hacia las variaciones que se dan en los cambios de temperatura respectivamente. Generalmente, estos polímeros se aplican primeramente al cemento asfáltico, para después ser mezclados con los componentes pétreos (Wulf, 2008, p. 23).	El resultado de una mezcla asfáltica con polímeros, dependerá que al adicionar el polímero contenga una determinada estructura química que ofrezca una excelente dispersión al mezclarlo con el asfalto, con el fin de conseguir una consistente estructura de malla. Por lo cual, llegará a un grado de elasticidad que favorecerá en otorgarle una resistencia a la fatiga y un aumento de las propiedades reológicas del asfalto (Wulf, 2008, p. 24).	• Viscosidad	• Rango de Temperatura de mezcla • Rango de Temperatura de Compactación	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Densidad	• Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm ³) • Núcleo de asfalto modificado (kg/cm ³)	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).
			• (%) de vacíos	• 3-5% (tradicional) • 3-5% (modificado)	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Estabilidad	• 815 Kn (tradicional) • 815kN (modificado)	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Belloso, 2010, p. 243).
V.2 Optimizar propiedades mecánicas	Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan (Pasandín, 2016, p. 859). Una mezcla tradicional densa es una mezcla de asfalto caliente bien graduada para uso general. Cuando se diseña y construye correctamente, una mezcla densa relativamente impermeable se denomina por su tamaño máximo nominal de agregados y pueden clasificarse además como de grado fino o grueso (Fosdick y Slemrod, 2013, p. 111).	Las mezclas se pueden hacer con pavimento de asfalto 100% reciclado. Estas mezclas son económica y ambientalmente amigables. Las mezclas asfálticas recicladas se pueden triturar, clasificar, mezclar y colocar en el sitio utilizando emulsiones rejuvenecedoras diseñadas a medida (Guio y Sánchez, 2015, p. 382).	• Durabilidad	• Condiciones Climáticas • Condiciones de Tráfico	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Periodo de Vida útil	• 10-15 años asfalto tradicional • 20-25 años asfalto modificado	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de razón (Belloso, 2010, p. 243).
			• Costos	• Materiales • Mantenimiento	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide El Análisis Comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹				Relevancia ²				Claridad ³				Sugerencias
		M	D	A	M	M	D	A	M	M	D	A	M	
	DIMENSIÓN 1: VISCOSIDAD													
1	Rango de temperatura de mezcla				✓				✓				✓	
2	Rango de temperatura de compactación				✓				✓				✓	
	DIMENSIÓN 2: DENSIDAD													
3	Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm ³)				✓				✓				✓	
4	Núcleo de asfalto modificado (kg/cm ³)				✓				✓				✓	
	DIMENSIONES (%) VACIOS													
5	3-5% (tradicional)				✓				✓				✓	
6	3-5% (modificado)				✓				✓				✓	
	DIMENSIÓN ESTABILIDAD													
7	815 kn (tradicional)				✓				✓				✓	
8	815 kn (modificado)				✓				✓				✓	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: MESCUA FIGUEROA, Augusto César DNI: 09525084

Especialidad del validador: afefodólogo

...17 de 10 del 2013

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.
Especialidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Dr. Mgtr. Ramos Suarez Alvaro

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil la UCV, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: *"Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible- Lima, 2018"* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de psicología, educación y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Protocolo de evaluación del instrumento

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Nombre y Apellidos: FELIPE RAMOS SARGATE ALVA
D.N.I: 72813900

Firma

Nombre y Apellidos: JAEYSON HUAMANÍ SANCHEZ
D.N.I: 70998575



Definición conceptual de las variables y dimensiones

I. Variable Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional:

El Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros tradicional se define como: "Las mezclas asfálticas modificadas son el resultado de la incorporación de polímeros en el asfalto, que vienen hacer componentes estables para las condiciones del clima que se van a presentar, en las que son agregadas al cemento asfáltico en líquido para poder mejorar sus propiedades mecánicas y físicas". (Herrada y Chávez, 2013, p. 14)

II. Dimensiones

❖ Viscosidad, densidad, (%) vacíos, estabilidad.

I. Durabilidad:

La durabilidad integra diversas propiedades de las mezclas asfálticas con polímeros, el cual amplía su resistencia del asfalto, aumentan la resistencia mecánica, gran poder humectante y mejor adherencia de los agregados Herrada y Chávez (2013, p.15).

II. Tiempo de vida útil

Las mezclas asfálticas que son modificadas con polímeros generan un aumento de dos a tres veces en el periodo de vida útil del pavimento flexible según sea el caso. Esto es debido a las dos categorías de los modificadores que son: Elastómeros (caucho) presentan una mejor resistencia al envejecimiento. Así mismo, la vida útil aumenta por la rigidez de los asfaltos modificados por los componentes de hule natural, látex, SBS y SBR. Ramírez (2013 p.28).

III. Costo

En el proceso de las mezclas asfálticas con polímeros, tendremos inicialmente un costo adicional de un 25% en relación a la mezcla asfáltica. Siendo así, un aumento que se tiene que tomar en consideración al seleccionar este método para el diseño y construcción de la carpeta asfáltica, examinando el costo – beneficio cuando se requiera su utilización. Lopez y Veloz (2013,p.152)



Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
V.1 Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional	Al modificar la mezcla asfáltica adicionando polímeros proporcionan una acción superficial iónica, que aumenta la adherencia entre los componentes pétreos y los componentes de asfalto, conservándola aún mejor cuando existe presencia del agua. Así mismo, generan un incremento en la resistencia de las mezclas asfálticas ante la deformación, a los esfuerzos cortantes debido a las cargas repetitivas y lo más relevante a la fatiga. Por consiguiente, minimizan el agrietamiento, mejora las condiciones hacia las variaciones que se dan en los cambios de temperatura respectivamente. Generalmente, estos polímeros se aplican primeramente al cemento asfáltico, para después ser mezclados con los componentes pétreos (Wulf, 2008, p. 23).	El resultado de una mezcla asfáltica con polímeros, dependerá que al adicionar el polímero contenga una determinada estructura química que ofrezca una excelente dispersión al mezclarlo con el asfalto, con el fin de conseguir una consistente estructura de malla. Por lo cual, llegará a un grado de elasticidad que favorecerá en otorgarle una resistencia a la fatiga y un aumento de las propiedades reológicas del asfalto (Wulf, 2008, p. 24).	• Viscosidad	• Rango de Temperatura de mezcla • Rango de Temperatura de Compactación	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Densidad	• Núcleo de asfalto tradicional (kg/cm ³) • Núcleo de asfalto modificado (kg/cm ³)	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).
			• (%) de vacíos	• 3-5% (tradicional) • 3-5% (modificado)	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Estabilidad	• 815 Kn (tradicional) • 815kN (modificado)	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala ordinal (Belloso, 2010, p. 243).
V.2 Optimizar propiedades mecánicas	Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan (Pasandín, 2016, p. 859). Una mezcla tradicional densa es una mezcla de asfalto caliente bien graduada para uso general. Cuando se diseña y construye correctamente, una mezcla densa relativamente impermeable se denomina por su tamaño máximo nominal de agregados y pueden clasificarse además como de grado fino o grueso (Fosdick y Slemrod, 2013, p. 111).	Las mezclas se pueden hacer con pavimento de asfalto 100% reciclado. Estas mezclas son económica y ambientalmente amigables. Las mezclas asfálticas recicladas se pueden triturar, clasificar, mezclar y colocar en el sitio utilizando emulsiones rejuvenecedoras diseñadas a medida (Guio y Sánchez, 2015, p. 382).	• Durabilidad	• Condiciones Climáticas • Condiciones de Trafico	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala nominal (Belloso, 2010, p. 243).
			• Periodo de Vida útil	• 10-15 años asfalto tradicional • 20-25 años asfalto modificado	• Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de razón (Belloso, 2010, p. 243).
			• Costos	• Materiales • Mantenimiento	• Observación indirecta (Hernández, 2006, p. 316).	• Escala de intervalo (Belloso, 2010, p. 243).

Anexo 11. Planta TDM Asfalto S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Recepción de asfalto modificado con polímero SBS



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Galón de asfalto modificado con SBS (estireno – butadieno – estireno)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Asfalto modificado con polímero SBS, estado sólido



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Laboratorio de mecánica suelos, concreto y asfalto - HIS Asesores y Consultores S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Operatividad de equipos



Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Clasificación de agregados finos



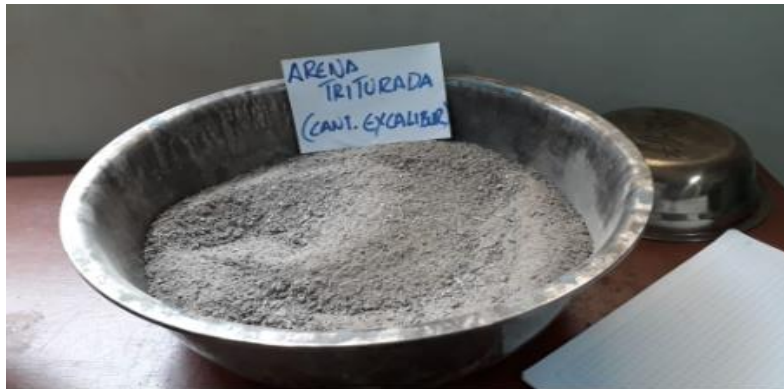
Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Clasificación de agregados gruesos



Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Clasificación de Arena Triturada



Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Clasificación de Grava Triturada



Fuente: Elaboración propia

Anexo 21. Clasificación de Arena Zarandeada



Fuente: Elaboración propia

Anexo 22. Lavado de agregados requeridos



Fuente: Elaboración propia

Anexo 23. Peso requerido de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Anexo 24. Peso requerido de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Adición de ligante asfáltico tradicional



Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Adición de ligante asfáltico modificado



Fuente: Elaboración propia

Anexo 27. Procedimiento de mezcla asfáltica



Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Muestras de mezclas asfálticas modificadas y tradicional



Fuente: Elaboración propia

Anexo 29. Colocación de la mezcla asfáltica tradicional en el horno a 150°C



Fuente: Elaboración propia

Anexo 30. Colocación de la mezcla asfáltica modificada en el horno a 170°C



Fuente: Elaboración propia

Anexo 31. Colocación de la muestra al molde de compactación



Fuente: Elaboración propia

Anexo 32. Prueba de compactación – 75 golpes (cara inferior)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 33. Prueba de compactación – 75 golpes (cara superior)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 34. Termino de compactación de los moldes Marshall



Fuente: Elaboración propia

Anexo 35. Organización de moldes Marshall



Fuente: Elaboración propia

Anexo 36. Desmontaje de moldes Marshall



Fuente: Elaboración propia

Anexo 37. Desmontaje para obtener briquetas asfálticas



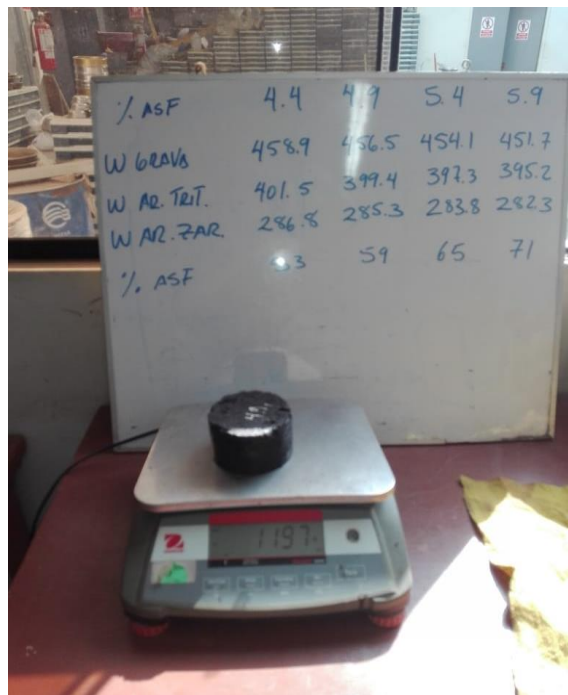
Fuente: Elaboración propia

Anexo 38. Equipo de desmontaje con gata hidráulica



Fuente: Elaboración propia

Anexo 39. Peso de briqueta seco en aire



Fuente: Elaboración propia

Anexo 40. Baño María de briquetas asfálticas a 25°C



Fuente: Elaboración propia

Anexo 41. Volumen de la briqueta por desplazamiento



Fuente: Elaboración propia

Anexo 42. Peso de briqueta saturada con superficie seca



Fuente: Elaboración propia

Anexo 43. Baño María con temperatura de ensayo a 60°C



Fuente: Elaboración propia

Anexo 44. Sumergimos las briquetas al Baño María por 30 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 45. Colocamos la briqueta en el Anillo de Carga



Fuente: Elaboración propia

Anexo 46. Regular los comparadores de estabilidad y deformación (flujo) de la Prensa Marshall sometiénndole una carga normalizada de 50.8mm/min



Fuente: Elaboración propia

Anexo 47. Anotamos datos de la estabilidad y deformación máxima de la briqueta



Fuente: Elaboración propia

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Conste por el presente **contrato de prestación de servicio de asesoría en ensayos de laboratorio de concreto, suelo y asfalto para investigación de tesis de pregrado**, que celebran de una parte el Sr. **Jheyson Nik Huamaní Sánchez** identificado con DNI N° 70998575, con domicilio en Jr. Las Grosellas 1845 Urb. San Hilarion distrito de San Juan de Lurigancho - Lima y el Sr. **Felipe Manuel Gargate Alva** identificado con DNI N° 72813900 con domicilio en Mz. C9 Lt. 19 Urb. Eduardo de la Pinella distrito de San Juan de Lurigancho - Lima, que en adelante se denominarán "**LOS CLIENTES**" y de la otra parte, el Sr. **Miguel Angel Alfaro Huayanay** identificado con DNI N° 41178574, con domicilio en la Av. Túpac Amaru 7380 distrito de Comas - Lima, a quien en adelante se le denominará "**EL PRESTADOR**"; se establecen los términos siguientes:

Primero.- LOS CLIENTES son personas naturales de derecho privado, con ocupación de estudiantes universitarios de la especialidad de Ingeniería Civil a la firma del contrato.

Segundo.- EL PRESTADOR, es una persona natural con las competencias certificadas de Técnico de Laboratorio de suelos, concreto y asfalto.

Tercero.- LOS CLIENTES requieren del servicio de asesoría en ensayos de laboratorio de concreto, suelo y asfalto para investigación de tesis de pregrado.

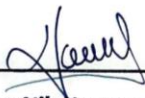
Cuarto.- LOS CLIENTES abonarán el 50% del monto total (1500.00 soles mil quinientos soles) al momento de la firma del presente y el otro 50% con la entrega del informe final de resultados de ensayos del tema de investigación "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible" Lima 2018.

Quinta.- Acerca del monto total del servicio se acuerda en 3000.00 soles (tres mil soles) y la vigencia del contrato es de tres semanas desde el inicio de los ensayos.

Sexto.- LOS CLIENTES acuerdan que toda discrepancia o controversia que se suscite en relación con la interpretación, ejecución, validez o eficiencia de este contrato, se tratará en una reunión de conciliación y si la discrepancia o controversia persistente se someten expresamente a las leyes peruanas y a la jurisdicción de los Juzgados y Salas del Distrito Judicial de Lima.

Leído que fue el presente contrato por las partes y enteradas de la fuerza y contenido legal del mismo, lo firman, por duplicado, en Comas, a los nueve (09) días del mes de octubre del 2018.

LOS CLIENTES

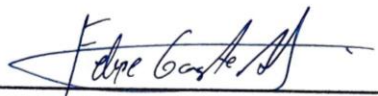


Jheyson Nik Huamaní Sánchez

EL PRESTADOR



Miguel Angel Alfaro Huayanay



Felipe Manuel Gargate Alva

Anexo 49. Acta de aprobación de originalidad de tesis.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

“Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018”, del estudiante **Felipe Manuel Gargate Alva** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 De junio del 2019



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453562

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, **Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

“Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018”, del estudiante **Jheyson Nik Huamaní Sánchez** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de junio del 2019

Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

DNI: ...21453567...

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 50. Pantallazo del Turnitin.

Feedback Studio - Google Chrome
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1061528595&o=1148585677&ts=1

feedback studio Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:
Gargate Alva, Felipe Manuel
Huamani Sánchez, Jheyson Nik

ASESOR:
Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ
2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
UCV
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LIMA - ESTE

Resumen de coincidencias X

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

25	1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	6 %
	2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
	3	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	2 %
	4	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
	5	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
	6	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1 %
	7	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	1 %
	8	www.amaac.org.mx Fuente de Internet	1 %

Página: 1 de 193 Número de palabras: 19251 Text-only Report Turnitin Classic High Resolution Activado

lunes, 01 de julio de 2018 22:26 ESP 01/07/2018

Anexo 51. Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **Felipe Manuel Gargate Alva**, identificado con DNI No **72813900**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible, Lima – 2018”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33


Fundamentación en caso de no autorización:


FIRMA

DNI: 72813900

FECHA: 09 de mayo del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **Jheyson Nik Huamaní Sánchez**, identificado con DNI No **70998575**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible, Lima – 2018”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:



FIRMA

DNI: 70998575

FECHA: 09 de mayo del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 52. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FELIPE MANUEL GARGATE ALVA

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLÍMEROS Y TRADICIONAL PARA OPTIMIZAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE - LIMA, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 21 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 15 (Quince)



Maria Ysabel Garcia Alvarez

DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

JHEYSON NIK HUAMANÍ SÁNCHEZ

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLÍMEROS Y TRADICIONAL PARA OPTIMIZAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE - LIMA, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 21 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 15 (Quince)



DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ