



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio de mezcla asfáltica modificada con polímero SBS y su influencia en la resistencia a las deformaciones permanentes en la carretera Pucallpa – Tingo María, entre Km 5 y 15, 2016.

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

AUTOR

Casafranca Bazán, Anderson Guillermo

ASESOR

Mg. Rodolfo Marquina Callacna

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2016

Página del Jurado

Presidente

Vocal

Secretario

DEDICATORIA

A mi familia por darme el apoyo y los ánimos para hacer posible el desarrollo de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por el apoyo incondicional durante el desarrollo del presente proyecto.

Al Mg. Rodolfo Marquina, por el constante apoyo como asesor de la presente investigación.

Al Consorcio Supervisor Pucallpa, por el apoyo brindado para la realización de la parte experimental de la investigación.

Al Ing. Luis Lucio Osorio, por sus importantes recomendaciones y el soporte necesario para la realización de dicho proyecto.

A la empresa TDM Asfalto, en especial al Ing. Jorge Escalante, por sus valiosos aportes a la presente investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Anderson Guillermo Casafranca Bazán, con DNI N° 70448538, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideraras en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que todas la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde 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, 19 de noviembre de 2016

Anderson Guillermo Casafranca Bazán

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Estudio de mezcla asfáltica modificada con polímero SBS y su influencia en la resistencia a las deformaciones permanentes en la carretera Pucallpa – Tingo María, entre Km 5 y 15, 2016.”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título de Ingeniero Civil.

Autor: Anderson Guillermo Casafranca Bazán

CONTENIDO

RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Realidad Problemática	15
1.2 Trabajos previos.....	16
1.2.1 Tesis nacionales.....	16
1.2.2 Tesis internacionales.....	17
1.3 Teorías relacionadas al tema	18
1.3.1. Las deformaciones permanentes en los pavimentos.....	18
1.3.1.1. Tipos de fallas que originan las deformaciones permanentes.....	18
1.3.1.1.1. Falla a nivel de subrasante.....	18
1.3.1.1.2. Falla a nivel de carpeta asfáltica	19
1.3.1.2. Factores que inciden en las deformaciones permanentes a nivel de carpeta asfáltica	20
1.3.1.2.1. Calidad de la mezcla asfáltica	20
1.3.1.2.2. Proceso constructivo	22
1.3.1.2.3. Condiciones climatológicas	23
1.3.1.2.4. Incrementos de cargas y nivel de tráfico	23
1.3.1.3. Ensayo dinámico para medir las deformaciones permanentes	24
1.3.1.3.1. Ensayo de la rueda de Hamburgo (Hamburg Wheel Tracking)	24
1.3.1.4. Ensayo complementario	25
1.3.1.4.1. Ensayo para determinar la susceptibilidad a la humedad de mezclas asfálticas (Lottman)	25
1.3.2. Modificación de mezclas asfálticas.....	26
1.3.2.1. Uso de asfaltos modificados.....	27
1.3.2.2. Diferencias entre un asfalto convencional y modificado	27
1.3.2.3. Clasificación de polímeros modificadores	28
1.3.2.2.1. Ventajas del polímero Estireno – Butadieno – Estireno.....	31
1.3.2.3. Compatibilidad del asfalto con el polímero	31

1.3.2.4. Beneficios de la modificación de mezclas asfálticas	32
1.3.2.4.1. Aumento del comportamiento elástico.....	32
1.3.2.4.2. Reducción de la susceptibilidad térmica.....	33
1.4. Formulación del problema	33
1.4.1. Problema general	33
1.4.2. Problemas específicos	33
1.5. Justificación del estudio.....	34
1.6. Hipótesis.....	34
1.6.1. General.....	34
1.6.2. Específicas	34
1.7. Objetivos	35
1.7.1. General.....	35
1.7.2. Específicos	35
II. MÉTODO.....	35
2.1. Diseño de la investigación.....	35
2.2. Variables, operacionalización.....	36
2.2.1. Modificación de mezcla asfáltica con polímero SBS	36
2.2.2. Resistencia a la deformación permanente	37
2.3. Población y muestra.....	37
2.4. Técnica de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.5. Método de análisis de datos.....	39
2.6. Aspectos éticos	39
III. RESULTADOS.....	40
3.1. Evaluación del índice de rigidez	40
3.2. Evaluación de la susceptibilidad a la humedad inducida.....	51

3.3. Evaluación del nivel de deformación	52
3.4. Relación índice de rigidez – nivel de deformación	58
3.5. Relación susceptibilidad a la humedad inducida – nivel de deformación ..	59
3.6. Costos	60
3.6.1. Costos de producción.....	60
3.6.2. Estimación de periodos de mantenimiento	62
3.7. Beneficios.....	64
3.7.1. Ahorro en la producción total de mezcla asfáltica	64
3.7.2. Ahorro en costos de mantenimiento.....	64
3.7.3. Vida útil del pavimento	65
IV. DISCUSIÓN	66
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	69
ANEXOS	72
✓ Planos	72
✓ Instrumentos.....	73
✓ Validación.....	77
✓ Matriz de consistencia.....	86
✓ Panel fotográfico	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Deformación permanente por fallas en la Subrasante	19
Gráfico 2. Deformación permanente por falla en la carpeta asfáltica	19
Gráfico 3. Variación de la densidad y contenido de vacíos en la mezcla asfáltica	24
Gráfico 4. Máquina para el ensayo de Pista (Rueda de Hamburgo)	25
Gráfico 5. Ensayo Lottman (TSR)	26
Gráfico 6. Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC)	26
Gráfico 7. Falla en las carpetas asfálticas por deformación permanentes	28
Gráfico 8. Grado de deformación que sufren los elastómeros y plastómeros ..	29
Gráfico 9. Asfalto modificado con polímero SBS	30
Gráfico 10. Recuperación elástica por torsión a 25 C° de asfaltos modificados con polímeros elastómeros y plastómeros	32
Gráfico 11. Efectos de la susceptibilidad térmica	33
Gráfico 12. Metodología de estudio de la investigación	36
Gráfico 13. Porcentaje de Cemento asfáltico vs Peso Unitario	46
Gráfico 14. Porcentaje de Cemento asfáltico vs Porcentaje de Vacíos	46
Gráfico 15. Porcentaje de Cemento asfáltico vs Porcentaje de VMA	47
Gráfico 16. Porcentaje de Cemento asfáltico vs Porcentaje de V.LL.C.A	47
Gráfico 17. Porcentaje de Cemento asfáltico vs Flujo	47
Gráfico 18. Porcentaje de Cemento asfáltico vs Estabilidad	48
Gráfico 19. Tipo de Mezcla Vs. Estabilidad	49
Gráfico 20. Tipo de mezcla Vs. Flujo	50
Gráfico 21. Tipo de mezcla Vs. Índice de rigidez	50
Gráfico 22. Tipo de mezcla Vs TSR	52
Gráfico 23. Gráfica Nro. ciclos vs deformación (Grupo de control)	54
Gráfico 24. Gráfica Nro. ciclos vs deformación (Grupo experimental)	55
Gráfico 25. Tipo de mezcla Vs Nivel de deformación a 200 pasadas (Fase inicial)	56
Gráfico 26. Tipo de mezcla Vs Nivel de deformación a 20000 pasadas (Fase final)	57
Gráfico 27. Índice de rigidez vs Nivel de deformación	58
Gráfico 28. %TSR vs Nivel de Deformación	59

Gráfico 29. Plano de ubicación del proyecto en estudio.....	72
Gráfico 30. Planilla del Ensayo de la rueda de hamburgo (Grupo control).....	75
Gráfico 31. Planilla del Ensayo de la rueda de hamburgo (Grupo experimental)	76
Gráfico 32. Carta de autorización de información del proyecto en estudio.....	77
Gráfico 33. Validez y confiabilidad de los ensayos de laboratorio.....	78
Gráfico 34. Constancia de calidad de los agregados	79
Gráfico 35. Certificado de calidad del C.A PEN 40-50	80
Gráfico 36. Certificado de calidad del C.A Betutec 60/85.....	81
Gráfico 37. Certificado de calidad del aditivo mejorador de adherencia (Radicote).....	82
Gráfico 38. Ficha técnica del Filler (Cal hidratada).....	83
Gráfico 39. Recibo digital de Turniting.....	84
Gráfico 40. Reporte de Turniting.....	85
Gráfico 41. Agregados de la MAC.....	87
Gráfico 42. Dosificación de los agregados	87
Gráfico 43. Calentado del C.A con polímero SBS	87
Gráfico 44. Mezclado y compactación.....	87
Gráfico 45. Extracción de briquetas	87
Gráfico 46. Briquetas elaboradas según el diseño Marshall.....	87
Gráfico 47. Briquetas para el ensayo Lottman	878
Gráfico 48. Saturación de las briquetas.....	878
Gráfico 49. Ensayo de rotura de briquetas (Grupo saturado).....	878
Gráfico 50. Lectura de carga (Grupo saturado).....	878
Gráfico 51. Ensayo de rotura de briquetas (Grupo seco)	878
Gráfico 52. Briqueta ensayada	878
Gráfico 53. Dosificación para el ensayo de rueda de hamburgo	89
Gráfico 54. Mezclado de los agregados	879
Gráfico 55. Compactación (Compactador giratorio)	879
Gráfico 56. Extracción de núcleos para el ensayo	879
Gráfico 57. Núcleos grupo de control y experimental	89
Gráfico 58. Núcleos en la máquina de la rueda de Hamburgo	89
Gráfico 59. Núcleos después del ensayo (Grupo de control)	90
Gráfico 60. Núcleos después del ensayo (Grupo experimental)	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos para los agregados gruesos	20
Tabla 2. Requisitos para los agregados finos.....	21
Tabla 3. Parámetros de diseño para Mezclas Asfálticas en Caliente.....	21
Tabla 4. Incidencia de la temperatura de compactación en la deformación permanente	22
Tabla 5. Nro. Muestras para los ensayos establecidos en la investigación.....	37
Tabla 6. Ensayos establecidos para la investigación	38
Tabla 7. Insumos del Diseño de MAC	40
Tabla 8. Dosificación para el Diseño Marshall.....	40
Tabla 9. Diseño de Mezcla asfáltica modificada (4.5 % C.A)	41
Tabla 10. Diseño de Mezcla asfáltica modificada (5.0 % C.A)	42
Tabla 11. Diseño de Mezcla asfáltica modificada (5.5 % C.A)	43
Tabla 12. Diseño de Mezcla asfáltica modificada (6.0 % C.A)	44
Tabla 13. Cuadro resumen del Diseño de mezcla asfáltica modificada	45
Tabla 14. Características de diseño.....	48
Tabla 15. Determinación del porcentaje de TSR	51
Tabla 16. Características de las muestras para el ensayo de rueda de hamburguro	53
Tabla 17. Especificaciones para el ensayo de la rueda de hamburguro	53
Tabla 18. Análisis de precios unitarios - Mezcla asfáltica convencional.....	60
Tabla 19. Análisis de precios unitarios - Mezcla asfáltica modificada	61
Tabla 20. Costos y periodos estimados de mantenimiento (Grupo de control)	62
Tabla 21. Costos y periodos estimados de mantenimiento (Grupo experimental)	63
Tabla 22. Ahorro en la producción total de mezcla asfáltica	64
Tabla 23. Precio de mantenimiento por Km/Año de ambas mezclas	64
Tabla 24. Vida útil del pavimento con los dos tipos de alternativas.....	65
Tabla 25. Planilla de cálculo para el ensayo Marshall	73
Tabla 26. Planilla de cálculo para el ensayo Lottman	74
Tabla 27. Matriz de consistencia del proyecto de investigación	86

RESUMEN

La presente investigación se ha realizado con el fin de estudiar el desempeño de las mezclas asfálticas a las deformaciones permanentes producidas en la región selva. Para ello, se ha analizado dos grupos, por un lado, el grupo de control que una mezcla asfáltica convencional y como grupo experimental una mezcla asfáltica modificada con polímero SBS. Según los resultados obtenidos en la parte experimental, se demuestra que el uso de mezclas modificadas con dicho polímero presenta mejoras con respecto a las mezclas convencionales tanto en el índice de rigidez, que presente una mejora del 34% como en la susceptibilidad a la humedad inducida presentando una mejora del 7%, ambas con respecto a la mezcla de control. Estos dos parámetros influyen en nivel de deformación obtenido mediante el ensayo de la rueda de Hamburgo, en el cual se obtuvo como resultado una deformación de 4 mm para la mezcla convencional y 3 mm para la mezcla modificada, concluyéndose así que si existe una mejora en el uso del polímero SBS a las deformaciones permanentes en la zona Selva.

Por otra parte, económicamente, se observa que usar el polímero SBS incremento el costo de producción de mezcla asfáltica por metro cúbico en un 14%; sin embargo, esto se compensa con los costos de mantenimientos ya que para la mezcla asfáltica con polímero SBS, el costo de mantenimiento por Km/año presenta una reducción del 61% con respecto al costo de mantenimiento con la mezcla convencional, concluyéndose así que el uso de la mezcla modificada con polímero SBS es viable técnica y económicamente.

ABSTRACT

This Project research has performed in order to study the performance of the Hot Mixes Asphalt (HMA) to the permanent deformation that are produced in the jungle. For that, two groups have been compared, one is a control group, that is composed for a conventional HMA and the other is that experimental group that is composed for a modified HMA with SBS polymer. In relation to the results of the experimental stage, these tests demonstrated that the use of modified HMA with SBS polymer gives more advantages in comparison to the conventional HMA in the stability – deformation ratio that it improved in a 34% and in the susceptibility to moisture induced, that it also improved in a 7%. This two parameters influence the level of deformation that was obtained of the Hamburg Wheel Tracking Test. This test gave a 4 mm of level deformation for the conventional HMA, and a 3 mm of level deformation for the modified HMA, having as a final conclusion that there is an improve with the use of SBS polymer with respect to the permanent deformation in the jungle.

Likewise, economically, it can notice that the use of SBS polymer increases the cost of production of the HMA for m³ in a 14%; however, it is compensated with the cost of maintenances since to the HMA with SBS polymer, the cost of maintenance for Km/year presents a reduction of 61% in comparison to the cost of maintenance of the conventional HMA, concluding that the use of modified HMA with SBS polymer is feasible technical and economically.