



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento del comportamiento mecánico de la carpeta asfáltica implementando elastómeros termoplásticos Estireno –Butadieno-Estireno en la Av. Circunvalación, Lima 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Salazar Granda, Christian Kennedy (ORCID: 0000-0002-4824-5192)

Trigos Pariona, Bryan Willy (ORCID: 0000-0003-0459-3686)

ASESOR:

Mg. Tacza Zevallos, John Nelinho (ORCID0000-0002-1763-9375)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mis queridos padres **Trigos Cejo Willy** y **Pariona Arce Violeta** por el gran apoyo incondicional que me dan y mostrarme el camino a la superación; muchos de mis logros se los debo a ustedes. Así mismo a las personas que siempre estuvieron apoyándome en todo momento. (**TRIGOS PARIONA BRYAN WILLY**).

Dedico infinitamente a Dios y a la virgen de la Asunción por permitirme y darme la oportunidad de terminar mi carrera y ser un profesional. Así mismo a mis padres, **Salazar Castro Johnny** y **Granda Bardales Eudocia** por apoyarme siempre en mi etapa como estudiante tanto económicamente como emocionalmente ya que siempre me inculcaron valores y brindaron todo su apoyo incondicional. (**SALAZAR GRANDA CHRISTIAN KENNEDY**).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por brindarme vida y salud, a mis padres quienes me brindan su apoyo para alcanzar mis metas.

Así mismo agradezco a una persona especial **Kelly Rojas F.** por tu apoyo, confianza y motivación, no fue fácil lograr este proyecto pero ustedes estuvieron siempre presente diciendo que lo lograría. (**TRIGOS PARIONA BRYAN WILLY**).

Agradezco infinitamente a Dios, a mis padres por su confianza y apoyo y todos aquellos que siempre estuvieron en los momentos más difíciles. (**SALAZAR GRANDA CHRISTIAN KENNEDY**).

Así mismo agradecemos al **Ing. Martin Chumpitaz Camarena** y al **Mg. John Tacza Zevallos** quienes fueron parte de nuestra formación académica.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Mejoramiento del comportamiento mecánico de la carpeta asfáltica implementando elastómero termoplástico Estireno - Butadieno - Estireno en la Av. Circunvalación, Lima 2020”, con la finalidad de presentar una propuesta de mejora a la resistencia y deformaciones implementando el elastómero termoplástico.

Para el desarrollo de la investigación se realizaron las verificaciones correspondientes al Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, la cual dispone parámetros y requerimientos mínimos, así como los datos necesarios para la conformidad y veracidad de la investigación.

En la investigación se menciona la realidad problemática, así como, la implementación de una nueva alternativa para la mejora de la carpeta asfáltica, debido a que en la actualidad muy poco se usa, hay muchas investigaciones al respecto realizados por otros estudiantes, profesores e investigadores. Posteriormente a ello se hace la mención de las teorías relacionadas que describen el tema general, la formulación del problema, así como la justificación de estudio para posterior a ello plantear la hipótesis y los objetivos tanto generales como específicos para la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Presentación	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice Tabla.....	vi
Índice de Figuras y Fotografías	viii
Índice de Gráficos.....	x
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2 Variables y Operacionalización.....	22
3.3 Población, muestra y muestreo	23
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5 Procedimientos.....	27
3.6 Método de análisis de datos	27
3.7 Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN.....	73
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS	78
Declaratoria de Originalidad de los autores	146
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	147
Pantallazo del Turnitin	148
Autorización de Publicación en Repositorio Institucional	149
Acta de Aprobación de Tesis.....	150
Autorización de la Versión Final de la Tesis.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Propiedades del Estireno-Butadieno-Estireno	7
Tabla N° 2: Operacionalización de variables.....	22
Tabla N° 3: Cantidad de muestras para los ensayos.....	23
Tabla N° 4: Validación de instrumento por juicio de expertos	25
Tabla N° 5: Interpretación de la Confiabilidad.....	26
Tabla N° 6: Confiabilidad del instrumento.....	26
Tabla N° 7: Análisis granulométrico del agregado grueso	30
Tabla N° 8: Análisis granulométrico del agregado fino	31
Tabla N° 9: Requerimiento para los agregados gruesos EG-2013.....	32
Tabla N°10: Resultados de las características del agregado grueso	32
Tabla N°11: Requerimiento para los agregados finos	33
Tabla N° 12: Resultados de las características del agregado fino	33
Tabla N° 13: Porcentaje máximo requerido del ensayo	34
Tabla N° 14: Resultado del desgaste de abrasión del agregado grueso en la máquina de los ángeles.....	34
Tabla N° 15: Resultados del índice de durabilidad del agregado grueso.	35
Tabla N° 16: Resultados del índice de durabilidad del agregado fino.....	35
Tabla N° 17: Resultados del ensayo equivalente de arena.....	36
Tabla N° 18: Resultados del ensayo solubles en los agregados gruesos	36
Tabla N° 19: Resultados del ensayo soluble en los agregados finos	37
Tabla N° 20: Resultados del agregado grueso en solución de SO4MG	37
Tabla N° 21: Resultados del agregado grueso con una cara fracturada.....	38
Tabla N° 22: Resultado con dos o más caras fracturadas del agregado grueso	38
Tabla N° 23: Resultado de porcentajes de partículas chatas.....	39
Tabla N° 24: Resultado del ensayo de límites pasante el tamiz N° 200	39
Tabla N° 25: Resultados del ensayo angularidad del agregado fino	40
Tabla N° 26: Muestra para el ensayo de peso específico y absorción de los agregados finos .	41
Tabla N° 27: Resultado de absorción del agregado fin.....	41
Tabla N° 28: Muestra para el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso. ...	42

Tabla N° 29: Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.....	42
Tabla N° 30: Análisis Granulométrico de combinaciones de agregados para el diseño.....	43
Tabla N° 31: Diseño de mezcla asfáltica convencional con 4.2% de cemento asfáltico.....	44
Tabla N° 32: Diseño de mezcla asfáltica convencional con 4.7% de cemento asfáltico.....	45
Tabla N° 33: Diseño de mezcla asfáltica convencional con 5.2% de cemento asfaltico.....	46
Tabla N° 34: Diseño de mezcla asfáltica convencional con 5.7% de cemento asfaltico.....	47
Tabla N° 35: Resultados de cada muestra del ensayo de Marshall.....	48
Tabla N° 36: Resultado Resumen Total de los datos de las proporciones del ensayo Marshall	48
Tabla N° 37: Dosificación para mezcla modificada.....	52
Tabla N° 38: Diseño de mezcla asfáltica modificada con 3% de elastómeros	53
Tabla N° 39: Diseño de mezcla asfáltica modificada con 4% de elastómeros	54
Tabla N° 40: Diseño de mezcla asfáltica modificada con 5% de elastómeros	55
Tabla N° 41: Resultados dela mezcla asfáltica con elastómeros termoplásticos estireno butadieno estireno.....	56
Tabla N° 42: Resultados Total de las proporciones del ensayo Marshall	56
Tabla N° 43: Resultado de ensayos de módulo resiliente a la mezcla asfáltica convencional a 25 °C	61
Tabla N° 44: Resultado de ensayos de módulo resiliente a la mezcla asfáltica modificada con 4% de elastómeros termoplásticos a 25°C	62
Tabla N° 45: Porcentaje de componente de mezcla asfáltica para Lottman modificado.....	63
Tabla N° 46: Resultados del ensayo a tracción indirecta.....	63
Tabla N° 47: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la mezcla asfáltica convencional y del modificado.....	64
Tabla N° 48: Componentes de mezcla asfáltica para el ensayo rueda carga de Hamburgo.....	66
Tabla N° 49: Resultado del ensayo rueda de Hamburgo	66
Tabla N° 50: Resultados de la prueba de normalidad	69
Tabla N° 51: Prueba de T Students para la resistencia.....	69
Tabla N° 52: Resultados de la prueba de normalidad.....	70
Tabla N° 53: Prueba de T Students para la deformación permanente.....	71
Tabla N° 54: Resultados de la prueba de normalidad	72
Tabla N° 55: Prueba de T Students para la elasticidad.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍA

Figura 1: Composición Química.....	5
Figura 2: Segmentos que forman el SBS	6
Figura 3: Clase se polímeros	8
Figura 4: Esfuerzos y deformaciones de un pavimento flexible.....	12
Figura 5: Distribución de presiones de carga de rueda sobre la estructura del pavimento.	13
Figura 6: esfuerzos del pavimento	14
Figura 7: Deformación permanente debido a una capa subyacente débil.....	15
Figura 8: Variación de la viscosidad con la temperatura de un asfalto	16
Fotografía 1: Pesado de los agregados para la realizar la granulometría.....	140
Fotografía 2: Secados del agregado grueso y fino en el horno durante 20'	140
Fotografía 3: Granulometría del agregado grueso.....	140
Fotografía 4: Proceso granulométrico del agregado grueso	140
Fotografía 5: Llenado de la grava en el compactador para el peso unitario	140
Fotografía 6: Secado de las sales solubles en el horno	140
Fotografía 7: Ensayo para determinar las sales solubles en los agregados.....	141
Fotografía 8: Determinación del índice de plasticidad.....	141
Fotografía 9: Ensayo para determinar del índice de plasticidad del agregado fino.....	141
Fotografía 10: Pesado de las cantidades de agregados para la mezcla modificada con 3% ,4% y 5% de (estireno-butadieno-estireno)	141
Fotografía 11: Colocación del PEN 60/70 en los agregados	141
Fotografía 12: Combinación de la mezcla asfáltica convencional en caliente.....	141
Fotografía 13: Combinación de la mezcla asfáltica modificada con el polímero.....	142
Fotografía 14: Briquetas de mezcla asfáltica modificadas con 3% ,4% y 5% compactadas ...	142
Fotografía 15: Briquetas de mezcla asfáltica convencional compactadas.	142
Fotografía 16: Colocación de las briquetas al recipiente de baño maría a 60°C.....	142
Fotografía 17: Colocación de las briquetas de mezcla asfáltica convencional en la prensa Marshall	142
Fotografía 18: Colocación de las briquetas de mezcla asfáltica modificadas en la prensa Marshall.....	142
Fotografía 19: Cortador de la briqueta para el ensayo rueda de Hamburgo	143
Fotografía 20: Muestra en el compactador giratorio.....	143
Fotografía 21: Ensayo para hallar el peso específico	143

Fotografía 22: Montaje de briquetas para el ensayo Rueda de Hamburgo	143
Fotografía 23: Máquina para realizar el ensayo de la rueda de Hamburgo	144
Fotografía 24: Estado de briqueta de la mezcla patrón después de 20 000 pasadas	144
Fotografía 25: Estado de briqueta de la mezcla con 5% de elastómero después de 20 000 pasadas	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva granulométrica del agregado grueso.....	30
Gráfico 2: Curva granulométrica del agregado fino	31
Gráfico 3: Índice de Plasticidad por la malla 200	40
Gráfico 4: Curva granulométrico de combinaciones de agregados	43
Gráfico 5: Peso unitario vs porcentaje de asfalto.	49
Gráfico 6: Curva de V.M.A vs porcentaje de asfalto.....	49
Gráfico 7: Curva de estabilidad vs porcentaje de asfalto	50
Gráfico 8: Curva de flujos vs porcentaje de asfalto.....	50
Gráfico 9: Curva de vacíos vs porcentaje de asfalto.....	51
Gráfico 10: Curva de vacíos llenos vs porcentaje de asfalto.....	51
Gráfico 11: Curva de polvo /asfalto vs porcentaje de asfalto.....	52
Gráfico 12: Comparación del resultado de peso unitario de la mezcla patrón con la mezcla asfáltica modificada.....	57
Gráfico 13: Comparación del resultado de vacíos de la mezcla patrón con la mezcla asfáltica modificada	57
Gráfico 14: Comparación del resultado V.M.A de la mezcla patrón con la mezcla asfáltica modificada	58
Gráfico 15: Comparación del resultado vacío lleno C.A de la mezcla patrón con la mezcla asfáltica modificada.....	58
Gráfico 16: Comparación de los resultados de estabilidad del patrón con la mezcla asfáltica modificada	59
Gráfico 17: Comparación de los resultados de flujo del patrón con la mezcla asfáltica modificada	59
Gráfico 18: Comparación del resultado de estabilidad del patrón con la mezcla asfáltica modificada	60
Gráfico 19: Comparación del resultado de rigidez del patrón con la mezcla asfáltica modificada	60
Gráfico 20: variación del módulo resiliente a 25°C de la mezcla convencional y la mezcla modificado	62
Gráfico 21: Variación del Lottman modificado entre el convencional y la mezcla modificado	64
Gráfico 22: Variación del ensayo de resistencia a la compresión de la mezcla asfáltica convencional y modificado	65

Gráfico 23: Variación de profundidad de ahuellamientos en la mezcla asfáltica convencional y
modificado 67

RESUMEN

En la presente investigación titulada “Mejoramiento del comportamiento mecánico de la carpeta asfáltica implementando elastómero termoplástico Estireno-Butadieno-Estireno en la Av. Circunvalación, Lima 2020” ha sido realizado con la finalidad de mejorar el comportamiento mecánico de la carpeta asfáltica añadiendo el elastómero termoplástico estireno-butadieno-estireno. Teniendo como objetivo general determinar el comportamiento mecánico de la carpeta asfáltica implementando el elastómero termoplástico estireno-butadieno-estireno, siendo esto un aporte muy importante para el desarrollo y economía de un país, ya que, se está brindando una nueva alternativa de diseño en la mezcla asfáltica, el cual conlleva a desprenderse del diseño convencional.

Para su aplicación se realiza el estudio de sus propiedades, para poder definir a cuál de los agregados reemplazar para su mejoría, llegando a la conclusión que haría mejor función, si se reemplazaba un cierto porcentaje al agregado, para poder conocer el impacto que este causa en la mezcla asfáltica, por lo cual se realizara varias briquetas mediante el ensayo de Marshall, llegando así a una conclusión de porcentaje a reemplazar, mediante la ayuda de los ensayos y los antecedentes, se reemplazará en 3%, 4% y 5% al agregado fino, al hacer estos ensayos, se obtuvo mejoras considerables en la elasticidad, resistencia y deformación de la mezcla asfáltica.

Palabras claves: Comportamiento mecánico, elastómero termoplástico, resistencia, deformaciones y elasticidad.

ABSTRACT

In the present investigation titled "Improvement of the mechanical behavior of the asphalt binder by implementing thermoplastic elastomer Styrene - Butadiene - Styrene in the Av. Circumvallation" has been carried out in order to improve the mechanical behavior of the asphalt binder by adding the thermoplastic styrene - butadiene - elastomer. styrene. With the general objective of determining to what extent SBS thermoplastic elastomers favor the mechanical behavior of the asphalt binder, this is a very important contribution to the development and economy of a country, since a new design alternative is being offered in the asphalt mix, which leads to discard the conventional design.

For its application, the study of its properties is carried out, in order to define which of the aggregates to replace for its improvement, reaching the conclusion that it would do better, if a certain percentage were replaced to the aggregate, in order to know the impact that this causes in the asphalt mix, whereby several briquettes will be made using the Marshall test, thus reaching a conclusion of percentage to be replaced, with the help of the tests and the background, it will be replaced by 3%, 4% and 5% at Fine addition, by doing these tests, considerable improvements were obtained in the elasticity, resistance and stability of the asphalt mix.

Key Words: Mechanical behavior, thermoplastic elastomer, resistance, deformations and elasticity.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TACZA ZEVALLOS JOHN NELINHO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LA CARPETA ASFÁLTICA IMPLEMENTANDO ELASTÓMEROS TERMOPLÁSTICOS ESTIRENO –BUTADIENO- ESTIRENO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, LIMA 2020.", del (los) autor (autores) SALAZAR GRANDA CHRISTIAN KENNEDY, TRIGOS PARIONA BRYAN WILLY, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido de 24.00%, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo 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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 29 de julio de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TACZA ZEVALLOS JOHN NELINHO DNI: 10054349 ORCID 0000-0002-1763-9375	Firmado digitalmente por: JTACZAZ el 29 Jul 2020 22:34:41