

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica en
caliente incorporando filamentos de policloruro de vinilo y
polietileno de alta densidad, Huancayo, 2024**

Mayli Pilar Medrano Prieto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : RANDO PORRAS OLARTE
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 11 de marzo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO FILAMENTOS DE POLICLORURO DE VINILO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUANCAYO 2024

Autores:
1. MEDRANO PRIETO MAYLI PILAR – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|--|--|-----------------------------|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
15 N° de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☒ | NO ☐ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento Y Formulación Del Estudio	16
1.2. Formulación Del Problema.....	18
1.2.1. Problema General	18
1.2.2. Problemas Específicos.....	18
1.3. Objetivos De La Investigación	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos	19
1.4. Justificación E Importancia	19
1.4.1. Justificación Práctica	19
1.4.2. Justificación Económica.....	20
1.4.3. Justificación Metodológica.....	20
1.4.4. Importancia.....	20
1.5. Delimitación De La Investigación.....	21
1.5.1. Delimitación Espacial.....	21
1.5.2. Delimitación Temporal.....	21
1.5.3. Delimitación Conceptual	21
1.6. Hipótesis Y Descripción De Variables.....	21
1.6.1. Hipótesis General	21
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes De La Investigación	23
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Internacionales	25
2.2. Bases Teóricas	27
2.2.1. Pavimento Flexible.....	27
2.2.2. Mezcla Asfáltica.....	29
2.2.3. Propiedades Consideradas En El Diseño De Mezclas.....	30
2.2.4. Método De Diseño De Mezclas Asfálticas.....	32

2.2.5. Polietileno De Alta Densidad	33
2.2.6. Policloruro De Vinilo (Pvc)	33
2.3. Definición De Términos Básicos.....	34
CAPÍTULO III	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. Métodos Y Alcance De La Investigación.....	36
3.1.1. Método De Investigación	36
3.1.2. Nivel De La Investigación.....	36
3.1.3. Tipo De Investigación	37
3.2. Diseño De La Investigación	37
3.3. Población Y Muestra	37
3.3.1. Población	37
3.3.2. Muestra	38
3.3.3. Muestreo	39
3.4. Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos	39
3.4. Variables.....	39
3.4.1. Definición Conceptual De Las Variables	39
3.4.2. Definición Conceptual De Las Variables	39
3.4.3. Definición Operacional De Las Variables.....	41
CAPÍTULO IV	42
RESULTADOS.....	42
4.1. Análisis Granulométrico De Los Agregados Finos Y Gruesos Para Un Mac -2	42
4.1.1. Propiedades Mecánicas Del Mac-2 Con Una Variación Del % De Asfalto.....	48
4.1.2. Análisis De Proporciones Para La Elaboración De Briquetas De Mac- 2	49
4.2. Propiedades De La Mezcla Asfáltica Mac – 2	51
4.2.1. Resultados Del % De Vacíos Llenos Con Asfalto (Vfa).....	51
4.2.2. Resultado Del % Vacíos De Aire En La Mezcla Compactada (Vtm).....	53
4.2.3. Análisis De La Relación Estabilidad / Flujo De La Mezcla Asfáltica Caliente Con El Uso De Filamento De Policloruro De Vinilo Y Polietileno De Alta Densidad	55
4.3. Análisis De Propiedades De Acuerdo A Los Objetivos	56
4.3.1. O.E-1 Evaluación De La Gravedad Específica Bulk De La Mezcla Compactada De Acuerdo A La Astm D 2726 (G _{mb}).....	56

4.3.2. O.E-2 Análisis De Deformación De La Mezcla Asfáltica Caliente Con El Uso De Filamento De Policloruro De Vinilo Y Polietileno De Alta Densidad	58
4.3.3. O.E-3 Análisis De La Resistencia De La Mezcla Asfáltica Caliente Con El Uso De Filamento De Policloruro De Vinilo Y Polietileno De Alta Densidad	60
4.3.4. O.E- 4 Análisis De La Pérdida Por Desgaste De La Mezcla Asfáltica Caliente Con El Uso De Filamento De Policloruro De Vinilo Y Polietileno De Alta Densidad	62
4.4. Discusión De Resultados	65
4.5. Análisis Estadístico	68
4.5.1. Análisis Estadístico De La Gravedad Específica Bulk	68
4.5.2. Análisis Estadístico De La Deformación De La Mezcla Asfáltica En Caliente....	70
4.5.3. Análisis Estadístico De La Resistencia De La Mezcla Asfáltica En Caliente	71
4.5.4. Análisis Estadístico Del Desgaste De La Mezcla Asfáltica En Caliente	73
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Franjas granulométricas de material de base granular	28
Tabla 2: Franjas granulométricas para subbase granular	29
Tabla 3: Causas y efectos de inestabilidad en el pavimento	30
Tabla 4: Causas y efectos de la poca durabilidad.....	31
Tabla 5: Causas y efectos de impermeabilidad	31
Tabla 6: Causas y efectos en la trabajabilidad	31
Tabla 7: Causas y efectos de una mala resistencia a la fatiga	32
Tabla 8: Propiedades eléctricas	33
Tabla 9: Propiedades mecánicas	33
Tabla 10: Propiedades físicas.....	33
Tabla 11. Cantidad de espécimen.....	38
Tabla 12. Operacionalización de variables	41
Tabla 13. Granulometría ag. grueso empleado en la mezcla asfáltica	43
Tabla 14. Resultados de densidad relativa y absorción.....	44
Tabla 15. Granulometría ag. fino empleado en la mezcla asfáltica	45
Tabla 16. Resultados de prueba de densidad relativa y absorción	46
Tabla 17. Análisis de combinación de materiales (ag. grueso, fino y filler).....	47
Tabla 18. Propiedades de la mezcla asfáltica con variación del % de asfalto.....	48
Tabla 19. Dosificación óptima de asfalto y propiedades	49
Tabla 20. Dosificaciones empleadas en el diseño MAC - 2.....	49
Tabla 21. Granulometría de los aditivos	50
Tabla 22. PUS del aditivo	51
Tabla 23. PUC	51
Tabla 24. Resultados de vacíos llenos con asfalto VFA	52
Tabla 25. Resultado un VTM de las mezclas asfálticas.....	53
Tabla 26. Resultado de relación estabilidad y flujo	55
Tabla 27. Resultado de Bulk de las muestras asfálticas	57
Tabla 28. Resultado del flujo con uso de aditivo	59
Tabla 29. Resultados de estabilidad en las muestras asfálticas.....	61
Tabla 30. Análisis de pérdida por desgaste	63
Tabla 31. Normalidad de la gravedad específica Bulk.....	69
Tabla 32. Prueba estadística descriptiva de la gravedad Bulk	69

Tabla 33. Análisis ANOVA de la gravedad específica Bulk	70
Tabla 34. Prueba de normalidad de los datos de flujo	70
Tabla 35. Prueba de estadística descriptiva de los valores del aditivo.....	71
Tabla 36. Análisis de ANOVA del valor de flujo	71
Tabla 37. Resultado de prueba de normalidad de estabilidad	72
Tabla 38. Normalidad de los resultados de desgaste (%) con aditivo.....	74
Tabla 39. Estadísticos descriptivos para los valores de desgaste de asfalto caliente con aditivo	74
Tabla 40. Análisis de ANOVA de valores de desgaste (%).....	75
Tabla 41. Normalidad con respecto a las propiedades	76
Tabla 42. Prueba no paramétrica de Spearman	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mezcla asfáltica densa en caliente con polipropileno (Colombia).	16
Figura 2: Pavimentación de vía (Lima-Perú). Tomado de “Comportamiento mecánico con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional”, por Granados Noa, (4), p 25.	17
Figura 3: Mantenimiento asfáltico (Av. José Olaya, Huancayo). Tomado de “Efecto de incorporar relleno mineral sobre las propiedades reológicas del asfalto en frío (Método Illinois)”, por Contreras Chavez, (5).....	18
Figura 4. Ubicación de cantera Pilcomayo.....	42
Figura 5. Curva granulométrica del ag. grueso	44
Figura 6. Comportamiento de curva granulométrica ag. fino	46
Figura 7. Comportamiento del agregado combinado de finos y gruesos	47
Figura 8. Al evaluar el comportamiento con diferentes %.....	48
Figura 9. Comportamiento de % de vacíos llenos con asfalto VFA	52
Figura 10. % de variación del VFA.....	53
Figura 11. Los vacíos de VTM.....	54
Figura 12. % de variación	55
Figura 13. Relación estabilidad/flujo	56
Figura 14. Comportamiento de gravedad Bulk	57
Figura 15. Comportamiento de la variación de la gravedad específica Bulk.....	58
Figura 16. % de variación de flujo con aditivo	59
Figura 17. Variación del flujo de la mezcla asfáltica	60
Figura 18. Comportamiento de la estabilidad	61
Figura 19. % de variación la estabilidad de mezcla asfáltica.....	62
Figura 20. Comportamiento de la pérdida por desgaste con uso de aditivo.....	63
Figura 21. Variación de la pérdida por desgaste	64
Figura 22. Prueba de Kruskal Wallis de la estabilidad	73

RESUMEN

En la investigación, se identificó el problema: ¿Cuánto cambia el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente al incorporar filamentos de policloruro de vinilo y polietileno de alta densidad, Huancayo 2024? Objetivo: Determinar el cambio en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporando filamentos de policloruro de vinilo y polietileno de alta densidad, Huancayo 2024. Hipótesis: La incorporación de filamentos de policloruro de vinilo y polietileno de alta densidad tiende a modificar considerablemente el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2024. Utilizó método cuantitativo, a nivel explicativo, al resolver un problema real, tipo aplicado y comprobar una hipótesis por lo que el diseño utilizado es experimental.

Resultado donde el % óptimo de asfalto es 6.20% junto con 48.78% de grava, 40.33% de arena y 4.69% de relleno, esto con respecto al peso total de la mezcla convencional. Además, se logran mejores resultados con una dosificación de 0,40% de policloruro de vinilo y filamentos de polietileno de alta densidad, aumentando la resistencia en 5,02%, el flujo se reduce en 0,075% con respecto a la convencional, demostrando que el uso de estos materiales mejora la mezcla cumpliendo parámetros mínimos mencionados en la EG 2013.

Palabras clave: Comportamiento mecánico, mezcla asfáltica, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad

ABSTRACT

In research, the problem was identified: How much does the mechanical behavior of hot mix asphalt change by incorporating polyvinyl chloride filaments and high-density polyethylene, Huancayo 2024? Thus, the objective was: Determine the change in the mechanical behavior of the mixture. hot asphalt incorporating polyvinyl chloride filaments and high-density polyethylene, Huancayo 2024. And the hypothesis was raised: The incorporation of polyvinyl chloride filaments and high-density polyethylene tends to considerably change the mechanical behavior of the hot asphalt mix, Huancayo 2024. In the research, a quantitative research method was used, at an explanatory level, when solving a real problem, it is of an applied type and when a hypothesis testing so the research design used is experimental.

A result was reached where the optimal percentage of asphalt is 6.20% along with 48.78% gravel, 40.33% sand and 4.69% filler, this with respect to the total weight of the conventional mixture. In addition, better results are achieved with a dosage of 0.40% of polyvinyl chloride and high-density polyethylene filaments, increasing the resistance by 5.02%, the flow is reduced by 0.075% with respect to the conventional one, showing that the use of these materials improves the asphalt mixture while complying with the minimum parameters mentioned in the EG 2013.

Keywords: Mechanical behavior, asphalt mix, polyvinyl chloride, high density polyethylene