

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“INFLUENCIA DE ADICIÓN DE GRANULOS DE
CAUCHO EN PROPORCIONES 0.5% ;1.0% Y 1.5%
MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ASFALTADO, LIMA-
2023”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Gerson Raul Gonzales Contreras

Paul Alberto Pastor Paredes

Asesor:

Mg. German Sagastegui Vasquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-335>

Lima - Perú

2025

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Julio Christian Quesada Llanto
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	Nixon Brayan Peche Melo
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	German Sagastegui Vásquez
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud



Página 2 of 127 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn::oid::1:3090997972




20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Tabla de contenidos

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	31
CAPÍTULO III: RESULTADOS	40
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS	61
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1. Tamaño de muestra.....	32
Tabla 2. Técnica de recolección de datos e instrumentos.....	33
Tabla 3. Análisis de granulométrico de arena chancada.....	40
Tabla 4. Análisis de granulométrico del agregado grueso.....	41
Tabla 5. Análisis de granulométrico de gránulos de caucho.....	42
Tabla 6. Marshall: estabilidad y flujo con 0,5 % de caucho.....	44
Tabla 7. Marshall: estabilidad y flujo con 1,0 % de caucho.....	44
Tabla 8. Marshall: estabilidad y flujo con 1,5 % de caucho.....	45
Tabla 9. Vacíos en mezcla asfáltica con 0,5 % de caucho.....	45
Tabla 10. Vacíos en mezcla asfáltica con 1.0 % de caucho.....	46
Tabla 11. Vacíos en mezcla asfáltica con 1,5 % de caucho.....	46
Tabla 12. Propiedades granulométricas del pavimento asfáltico.....	47
Tabla 13. Gravedad específica del pavimento asfáltico.....	47
Tabla 14. Análisis de varianza ANOVA en la estabilidad.....	48
Tabla 15. Análisis de HSD Tukey en la estabilidad.....	48
Tabla 16. Análisis de varianza ANOVA en flujo de pavimento.....	49
Tabla 17. Análisis de HSD Tukey en flujo de pavimento.....	50
Tabla 18. Análisis de varianza ANOVA en porcentaje de vacíos.....	51
Tabla 19. Análisis de HSD Tukey en porcentaje de vacíos.....	52
Tabla 20. Análisis de varianza ANOVA en granulometría.....	52
Tabla 21. Análisis de HSD Tukey en granulometría.....	53
Tabla 22. Análisis de varianza ANOVA en gravedad específica.....	54
Tabla 23. Análisis de HSD Tukey en gravedad específica.....	54

Índice de Figuras

Figura 1. Partes de un pavimento rígido.	22
Figura 2. Partes de un pavimento flexible.....	23
Figura 3. Partes de un pavimento semirrígido.	23
Figura 4. Partes de un pavimento articulado.....	24
Figura 5. La transmisión de cargas en la estructura del pavimento adaptable.	24
Figura 6. Tipos de slum del concreto.....	25
Figura 7. Procedimiento de investigación.....	35
Figura 8. Clasificación de componentes según la CE. 010 Pavimentos Urbanos.....	38
Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino..	41
Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso..	42
Figura 11. Curva granulométrica de gránulos de caucho.....	43

Resumen

En la actualidad, la gestión de residuos industriales es un desafío ambiental, y una alternativa viable es la reutilización de neumáticos en la producción de pavimentos asfálticos. En este estudio, se evaluó la influencia de la adición de gránulos de caucho en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% en las propiedades mecánicas y físicas del asfaltado en Lima – 2023, con el objetivo de analizar su impacto en la estabilidad, el flujo, el porcentaje de vacíos, las propiedades granulométricas y la gravedad específica de la mezcla asfáltica. La investigación tuvo un diseño experimental, aplicando el método Marshall para evaluar el comportamiento de las mezclas asfálticas modificadas. Se fabricaron y ensayaron briquetas con diferentes proporciones de gránulos de caucho, comparando sus propiedades con las de una mezcla asfáltica convencional. Los resultados indicaron que la incorporación de gránulos de caucho influye en la reducción del porcentaje de vacíos, con valores de 70.19% para 0.5%, 67.17% para 1.0% y 61.19% para 1.5%. Sin embargo, en términos de estabilidad y flujo, no se evidenciaron diferencias significativas respecto a la mezcla convencional. En conclusión, esto sugiere que el uso de gránulos de caucho en el pavimento asfáltico puede ser una alternativa viable para mejorar ciertas propiedades sin comprometer su desempeño estructural, contribuyendo además a la sostenibilidad ambiental al reutilizar residuos de la industria automotriz.

Palabras Claves: Gránulos de caucho, Propiedades mecánicas y físicas y Asfaltado

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS

Abril Zuleta, Sandra Lizeth, Fernández Gómez, Wilmar Darío, & Reyes Lizcano, Fredy Alberto. (2022). Periodo de desempeño de mezclas asfálticas prefabricadas almacenadas para actividades de parcheo en Bogotá D.C.. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 32(1), 25-41. Epub June 03, 2022. <https://doi.org/10.18359/rcin.5294>

Alonzo, J. (2023). *Uso del método PCI para evaluar la funcionalidad del pavimento flexible de la avenida La Cultura en el sector San Sebastián*. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14008/2/IV_FIN_105_TE_Alonzo_Lanado_2023.pdf

Alvarez, L. & Carrera, E. (2017). *Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3595>

Asacata, J. E. & Monserrate, Y. F (2022). *Aplicación de caucho reciclado en grano para la mejora de mezcla asfáltica en pavimento flexible*. [Tesis de licenciatura, Universidad Laica Vicente Roca fuerte]. Repositorio de la Universidad Laica Vicente Roca fuerte. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5402/1/T-ULVR-4392.pdf>

Barzola D. A. (2023). *Caucho reciclado en comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en el Distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2945/1/T024_74317747_T.pdf

Burgos, E. R., & Rodriguez, J. D. (2021). *Influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas – mecánicas en una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo 2021* [Tesis de

licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.
<https://hdl.handle.net/11537/30437>

Cardona-Moncada, Victor Hugo, López-Lara, Teresa, Horta-Rangel, Jaime Moisés, & Hernández-Zaragoza, Juan Bosco. (2023). Estabilidad y flujo en una mezcla asfáltica con sustitución parcial en el agregado pétreo por desechos de toba volcánica. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 24(1), e1977. Epub 25 de mayo de 2023. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.003>

Chamba, F. G. & Benavides, J. F. (2019). “*Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando caucho triturado de neumático reciclado*” [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5225>

Chaparro, J. J. & Vera, S. P. (2024). *Análisis de los niveles de servicio de tránsito y capacidad vehicular en las principales intersecciones semaforicas de la provincia de Andahuaylas - 2023*. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/15860>

Cristobal, R. M. & Sánchez, J. (2022). *Análisis y evaluación de las implicancias de implementar mezclas asfálticas modificadas en caliente con incorporación de neumáticos fuera de uso (NFU) en el Perú al 2025*. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12803/2/IV_FIN_105_TE_Cristobal_Sanchez_2022.pdf

Cruz Cajina, Nicole, Camacho Garita, Edgar, Baldi, Alejandra, & Aguiar Moya, José Pablo. (2021). Evaluación de desempeño de la mezcla asfáltica modificada con residuos de PVC tipo blíster. *Infraestructura Vial*, 23(42), 13-22. <https://dx.doi.org/10.15517/iv.v23i42.44688>

Culque, A. J., & Palma, G. U. (2023). *Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas mediante la incorporación de caucho granulado de neumáticos reciclados en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/35713>

Dulanto, R. & Madrid, R. (2024). *Influencia del caucho molido en las propiedades de una mezcla asfáltica* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]. Repositorio de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/21484>

Flechas, E. V. & Pérez, V. C (2023). *Análisis de estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con agregados de Boyacá y asfalto modificado con grano de caucho reciclado por vía seca*. [Tesis de licenciatura, Universidad Santo Tomas]. Repositorio de la Universidad Santo Tomas. <http://hdl.handle.net/11634/50322>

Gonzales B. J., & Quispe, M. K. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de grano de caucho reciclado en pavimento flexible, Av. Santa Rosa, 2019*[Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50461>

Higuera Sandoval, Carlos Hernando, & Pacheco Merchán, Óscar Fabián. (2010). Patología de pavimentos articulados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9(17), 75-94. Retrieved March 25, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242010000200007&lng=en&tlng=es.

Hoyos Díaz, Luz Magali, Puicon Herrera, Katyuska del Carmen, & Muñoz Pérez, Sócrates Pedro. (2021). Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria. *Infraestructura Vial*, 23(41), 11-19. <https://dx.doi.org/10.15517/iv.v23i41.44410>

Leiva, F, Pérez, E, Aguiar, J, & Loría, L. (2017). Modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición del pavimento. *Revista ingeniería de construcción*, 32(1), 37-46. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000100004>

Mardones Parra, Luis, Calabi Floody, Alejandra, Sánchez Alonso, Elsa, & Valdés Vidal, Gonzalo. (2018). Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con la incorporación de fibras sintéticas de aramida y polipropileno.. *Infraestructura Vial*, 20(36), 15-24. <https://dx.doi.org/10.15517/iv.v20i36.37729>

Moncada, V. H. C., Lara, T. L., Rangel, J. M. H., & Zaragoza, J. B. H. (2023). Estabilidad y flujo en una mezcla asfáltica con sustitución parcial en el agregado pétreo por desechos de toba volcánica. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 24(1), 1-10. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.003>

Ortiz, D. V. G., Zaragoza, J. B. H., Lara, T. L., Rangel, J. M. H., & Posada, D. A. G. (2021). Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.1.005>

Perez, S. P. M., Peltroche, D. G. V., & Villanueva, J. A. P. (2023). Revisión sistemática de las propiedades físico-mecánicas del hormigón con incorporación de Ceniza de Madera. *Ingeniería y Competitividad*, 25(2). <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.11825>

Raposeiras, A, Movilla, D, Vargas, A, Bilbao, R, & Cifuentes, C. (2017). Evaluación de rigidez Marshall, tracción indirecta y módulo resiliente en mezclas asfálticas con RAP y escoria de cobre. *Revista ingeniería de construcción*, 32(1), 15-24. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000100002>

Reyes-Ortiz, Oscar J, & Camacho-Tauta, Javier. (2018). Influencia de la granulometría en la resistencia al ahuellamiento de mezclas asfálticas. *Ingeniería y Desarrollo*, (23), 26-42. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612008000100004&lng=en&tlng=es.

Rivera Lucas, K y Pérez Paz, A. (2023). *Aditivo de polvo de neumáticos fuera de uso (NFU) en mezclas asfálticas en caliente para mejorar sus propiedades mecánicas*. [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio de la Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/7287>

Surita Gil, Loyza Esmir, Fernández Huamán, Rosa Isela, & Chahuares Paucar, Leonel. (2023). Aporte estructural de capa base granular estabilizada con cemento Portland tipo I versus emulsión asfáltica catiónica para vías urbanas. *Gaceta Técnica*, 24(2), 4-22. Epub 02 de enero de 2024. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica242.2>

Tello-Cifuentes, Lizette, Aguirre-Sánchez, Marcela, Díaz-Paz, Jean P., & Hernández, Francisco. (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. *TecnoLógicas*, 24(50), 59-71. Epub March 01, 2021. <https://doi.org/10.22430/22565337.1686>

Torrijos C., Germán. (2013). Clasificación de los tipos de pavimentos de las vías urbanas a partir de una Ortoimagen por medio de análisis orientado a objetos. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 36(3), 230-239. Recuperado en 26 de marzo de 2025, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702013000300005&lng=es&tlng=es.

Villamil, D. Y. (2022). *Análisis comparativo de parámetros de diseño de mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado (GRC) mediante la metodología de incorporación por vía húmeda vs vía seca*. [Tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/2a5be225-214c-4f27-a4b7-d05f840dffed/content>

Zuleta, S. L. A., Gómez, W. D. F., & Lizcano, F. A. R. (2022). Periodo de desempeño de mezclas asfálticas prefabricadas almacenadas para actividades de parcheo en Bogotá D.C. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 32(1), 25-41. <https://doi.org/10.18359/rcin.5294>