

Del vertedero a las vías: ¿qué tan bien funcionan los pavimentos con plástico reciclado?

From the landfill to the trails: how well do pavements made with recycled plastic work?

RODRÍGUEZ-PÉREZ, JUAN^{1*}; BENAVIDES-LARA, NIKOL¹

¹ Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Sucre, Cra. 28 #5-267, Puerta Roja, Sincelejo, Sucre, Colombia.

*Correo autor por correspondencia: juankrod10@gmail.com

Recibido: 03 de abril de 2025

Aceptado: 03 de septiembre 2025

Publicado: 24 de noviembre de 2025

Resumen

La contaminación por plásticos se ha convertido en uno de los desafíos ambientales más urgentes que enfrentamos en la actualidad, con una acumulación creciente de residuos que afectan ecosistemas y comunidades. Frente a este problema, utilizar plástico reciclado en la construcción de carreteras surge como una alternativa innovadora y sostenible. Este artículo explora qué tan viable es, desde el punto de vista técnico y ambiental, esta práctica, a través de una revisión de estudios científicos recientes y experiencias aplicadas en países como Colombia, Perú, Tailandia y Portugal. Se evaluaron distintos métodos para incorporar plástico en mezclas asfálticas y de concreto, considerando variables como resistencia, durabilidad, flexibilidad, costo-beneficio y reducción del impacto ambiental. Los resultados indican mejoras en el desempeño estructural de los pavimentos, disminución en el uso de materiales vírgenes y ahorro económico a largo plazo. No obstante, persisten desafíos importantes, como la variabilidad en la calidad del plástico, complicaciones en su incorporación y la ausencia de normativas específicas. A pesar de estas limitaciones, los hallazgos apoyan el potencial del plástico reciclado como una solución efectiva y práctica para el manejo de residuos y la modernización de la infraestructura vial, especialmente en contextos que requieren alternativas sostenibles y accesibles.

Palabras clave: *Plástico reciclado, Pavimentos, Residuos plásticos, Infraestructura vial.*

Abstract

Plastic pollution has become one of the most urgent environmental challenges we face today, with a growing accumulation of waste that affects ecosystems and communities. Faced with this problem, using recycled plastic in road construction emerges as an innovative and sustainable alternative. This article explores the

technical and environmental feasibility of this practice through a review of recent scientific studies and applied experiences in countries such as Colombia, Peru, Thailand and Portugal. Different methods for incorporating plastic in asphalt and concrete mixes were evaluated, considering variables such as strength, durability, flexibility, cost-benefit and reduction of environmental impact. The results indicate improvements in the structural performance of pavements, a decrease in the use of virgin materials and long-term economic savings. However, important challenges remain, such as variability in plastic quality, complications in its incorporation and the absence of specific regulations. Despite these limitations, the findings support the potential of recycled plastic as an effective and practical solution for waste management and road infrastructure modernization, especially in contexts that require sustainable and affordable alternatives.

Keywords: *Recycled plastic, Pavements, Plastic waste, Road infrastructure.*

1. Introducción

La contaminación ambiental por residuos plásticos se ha transformado en uno de los retos ambientales más urgentes del siglo XXI. Cada año se generan millones de toneladas de residuos plásticos, y gran parte de ellos no recibe un manejo adecuado, terminando en vertederos, ríos y océanos, esto agrava los efectos tanto en los ecosistemas, que se ven cada vez más alterados, como en la salud humana. Ante esta situación, surgen alternativas innovadoras que buscan darle una segunda vida a estos materiales, como su reutilización en la construcción de infraestructuras viales. Este enfoque no solo plantea una solución al problema de la disposición de residuos, sino que también abre nuevas posibilidades en la ingeniería civil para el desarrollo de materiales más sostenibles.

En lugar de ver el plástico como un desecho, algunos países han empezado a verlo como un recurso. En Tailandia, por ejemplo, se ha demostrado que añadir residuos de polietileno de alta densidad (HDPE) a las mezclas asfálticas mejora la resistencia, durabilidad y vida útil de los pavimentos. Se encontró que “*el contenido óptimo de residuos plásticos HDPE fue del 5%, proporcionando el máximo módulo resiliente, resistencia a la fatiga y edad del pavimento*” (Suksiripattanapong et al., 2022). Además, el análisis de la microestructura evidenció una mejor adherencia interna y una reducción en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), lo que refuerza su valor como una opción más amigable con el medio ambiente.

Por otra parte, otros estudios han evaluado el uso de diferentes tipos de polímeros reciclados, como LDPE y PET, en asfaltos recuperados, evidenciando mejoras mecánicas como mayor resistencia al ahuellamiento y a la humedad; en palabras de los autores: “*se observó una mejora en la resistencia a la fatiga particularmente con una dosificación del 2%*” (Boulemaizet et al., 2023). Además, se ha establecido que esta práctica puede disminuir de forma significativa la huella de carbono del sector vial, al reducir el uso de materiales vírgenes y disminuir la energía necesaria para su procesamiento (Ma et al., 2021).

En Colombia, la incorporación de aditivos plásticos en la fabricación de pavimentos todavía se encuentra en fase exploratoria, aunque estudios como el de Monrroy Murcia (2020) destacan que “*la implementación de polímeros reciclados en mezclas asfálticas podría prolongar la vida útil de las vías hasta en 10 años, mejorando sus características mecánicas sin comprometer el presupuesto a largo plazo*”. Sin embargo, aún existen desafíos técnicos y normativos que dificultan su adopción masiva, como la falta de estandarización en los procesos y la necesidad de compatibilidad entre los residuos plásticos y los materiales asfálticos tradicionales.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo analizar qué tan viable es utilizar plásticos reciclados para construir pavimentos, abordando no sólo los aspectos técnicos, sino también sus implicaciones ambientales. Se busca responder a la siguiente pregunta: ¿qué tan viables y efectivos son los pavimentos elaborados con plástico reciclado en comparación con los convencionales? Para esto, se realiza una revisión de literatura científica reciente y de casos aplicados en diferentes contextos, con el fin de identificar las ventajas, limitaciones y potencial de esta tecnología para ser aplicada en entornos urbanos y rurales de países en desarrollo.

2. Desarrollo

2.1. Plástico reciclado como material de pavimentación

Hoy en día, la acumulación de residuos plásticos es uno de los mayores retos ambientales a nivel mundial. En lugares como Lima y Callao, se estima un descarte de 430 toneladas diarias de botellas plásticas, la mayoría sin reciclar (Durand, 2022). Este panorama ha motivado al sector de la infraestructura vial a explorar alternativas sostenibles, como el uso del plástico reciclado como material de pavimentación. Esta alternativa

no solo busca mitigar el impacto ambiental del plástico, sino también mejorar las propiedades mecánicas, su durabilidad y el costo-beneficio a largo plazo de los pavimentos tradicionales.

Químicamente hablando, los plásticos reciclados, en su mayoría polímeros sintéticos derivados del petróleo, como el polietileno tereftalato (PET), el polipropileno (PP) y el polietileno de baja densidad (PDPE), ofrecen propiedades como resistencia a la tracción, flexibilidad y durabilidad frente a agentes químicos y climáticos. Estas propiedades han despertado el interés de investigadores en países como Colombia, India y Portugal. En Colombia, por ejemplo, se ha evaluado la incorporación de residuos plásticos triturados en pavimentos flexibles, observando mejoras significativas en características como la densidad, la estabilidad y la capacidad para resistir la compresión. El proceso consiste en mezclar plástico triturado de entre 2.5 mm y 4.36 mm con agregado pétreo, calentado a 170 °C, de modo que el plástico se funda e integre a la mezcla asfáltica.

Investigaciones realizadas en Portugal también han revelado que añadir aditivos plásticos reciclados puede ayudar a que el ligante bituminoso y los agregados se unan mejor, aumentando la elasticidad, la resistencia a la penetración y la recuperación ante cargas repetidas (Rato et al., 2022). Estas mejoras se explican por las características intrínsecas del plástico reciclado, los cuales presentan elevadas temperaturas de ablandamiento y alta resistencia a la radiación ultravioleta y a la degradación química.

Por otro lado, en el caso de los pavimentos rígidos, el uso de plástico reciclado también ha mostrado resultados alentadores. En Kimbiri, Cusco, una investigación demostró que agregar un 1% de fibras provenientes de botellas plásticas a un concreto de 280 kg/cm² aumentó su resistencia a la compresión hasta en un 5.81 %, alcanzando los 315.70 kg/cm², sin afectar negativamente su trabajabilidad (Durand, 2022). Un estudio similar realizado en Chilca, Cañete, reveló que la adición del 15% de fibras de plástico reciclado generó incrementos del 24.76 % en la resistencia a la flexión y del 9.40 % en compresión. Además, permitió una reducción del 9.52 % en el espesor de la losa, lo que se tradujo en una mejora del 4.83 % en el costo-beneficio del pavimento (Ferro & Villanueva, 2022).

Asimismo, investigaciones en Puno indicaron que distintas proporciones de polímeros reciclados (PET, PP, PDPE) mejoran las características físicas y mecánicas del concreto usado en pavimentos rígidos. Estas fibras, al ser incorporadas en proporciones optimizadas, aumentaron la resistencia a la flexión y a la compresión,

redujeron la aparición de fisuras prematuras y permitieron la fabricación de pavimentos más duraderos y económicos (Camacho & Espinoza, 2022).

En conjunto, la evidencia disponible respalda que es posible usar plásticos reciclados como componente funcional en pavimentos. Más allá de sus ventajas estructurales y económicas, esta práctica representa una estrategia eficaz para reutilizar un residuo que tarda siglos en degradarse. Además, reduce la presión sobre las canteras de donde se extraen agregados pétreos, actividad que genera un impacto ambiental considerable. En este sentido, el uso de plástico reciclado ofrece una solución con doble beneficio: contribuye a la economía circular y apoya la construcción de infraestructuras más sostenibles. Desde los vertederos hasta las vías, el plástico reciclado está encontrando una segunda vida: más útil, más duradera, útil y, sobre todo, más responsable con el planeta.

2.2. Beneficios del uso de plástico como material de pavimentos

Usar plástico reciclado para construir pavimentos es una idea que está tomando fuerza en varios países. Esta práctica no solo ayuda a disminuir la cantidad de basura plástica que termina en las calles o en los ríos, sino que también puede mejorar la calidad de las vías y hacer que duren más tiempo. Uno de los principales beneficios es que el plástico ayuda a que el pavimento sea más resistente. Cuando se agregan polímeros reciclados como PET, HDPE o polipropileno, se ha notado que la vía aguanta mejor el paso de los carros, el calor y la lluvia. En Portugal, por ejemplo, un grupo de investigadores encontró que los pavimentos con plásticos reciclados eran más elásticos y soportaban mejor el peso constante del tráfico (Rato et al., 2022).

También ayuda al medio ambiente porque al incorporar plásticos reciclados se disminuye el uso de piedra y asfalto nuevos, lo cual contribuye a cuidar los recursos naturales y reduce la contaminación. Algunos estudios dicen que este tipo de mezclas puede bajar bastante las emisiones de gases contaminantes que normalmente se producen cuando se fabrican pavimentos tradicionales (Ma et al., 2021).

Otro punto a favor es el ahorro de dinero a largo plazo. Aunque usar plástico puede parecer costoso al comienzo, en realidad puede resultar más barato con el tiempo. Esto es porque los pavimentos reforzados con plástico duran más y se dañan menos. Además, esta tecnología es una buena forma de aprovechar el plástico que se desecha todos los días.

Incluso en las calles hechas de concreto, que son más rígidas, el plástico reciclado ha dado buenos resultados. En Perú, unos investigadores probaron que, al mezclar fibras plásticas con el concreto, se mejoraba la resistencia del material, se reducían las grietas y se podía usar menos espesor en las losas sin afectar la calidad, eso se traduce también en un ahorro (Ferro & Villanueva, 2022).

2.3. Variabilidad en el comportamiento mecánico

Uno de los retos más claros es la variabilidad en cómo se comportan las mezclas asfálticas cuando se les añade plástico reciclado. Según el estudio de Noviski et al. (2025), mientras que la mezcla con caucho demostró mejorar la resistencia a la fisuración, la mezcla que llevaba plástico reciclado mostró un “*comportamiento no apto para pavimentos*”, tal como se observa en la *Tabla 1*. Esta debilidad se atribuye principalmente a deficiencias en el diseño y en la forma de incorporar los plásticos (Noviski, Palacios & Rossi, 2025).

Tabla 1. Comportamientos de mezclas modificadas.

Tipo de mezcla	Ventajas observadas	Desventajas observadas
Convencional	Cumple con la normativa, comportamiento esperado.	No promueve reciclaje.
Con caucho reciclado	Mejora resistencia a fisuras, buena elasticidad.	Ligera disminución de resistencia al ahuellamiento.
Con plástico reciclado (HDPE)	Promueve reutilización de residuos.	Baja cohesión y comportamiento estructural débil.

Fuente: Elaboración propia con información tomada de Noviski et al. (2025).

2.4. Dificultades en la incorporación del plástico

El método de incorporación del plástico en la mezcla es otro punto crítico. Los métodos más comunes son la vía húmeda y la vía seca. Cauhapé Casaux et al. (2020) observaron que, aunque la incorporación por vía seca permite el reciclaje de plásticos como el polietileno, aún existen limitaciones en la caracterización de su comportamiento mecánico, y los estudios disponibles son escasos. En la *Tabla 2* se observan algunas ventajas y limitaciones de estos métodos en el proceso de incorporación del plástico a la mezcla.

Tabla 2. Ventajas y limitaciones de las vías de incorporación del plástico reciclado.

Vía de incorporación	Ventajas	Limitaciones
Vía seca	Más sencilla técnicamente; permite usar plásticos sólidos directamente.	Problemas de homogeneidad y adherencia; resultados inconsistentes en ensayos estructurales.
Vía húmeda	Mejor integración con el ligante asfáltico.	Requiere equipos especializados; mayor complejidad operativa.

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Compatibilidad con normas técnicas

Un riesgo importante es la falta de estandarización normativa. Muchos países aún no han establecido lineamientos claros para la utilización de plásticos reciclados en pavimentos, lo que dificulta su implementación a gran escala. En Colombia, por ejemplo, el estudio de Quintero & Bohórquez (2020) se basó en especificaciones del INVIAS, pero debieron ajustar parámetros para poder evaluar adecuadamente las mezclas modificadas, lo cual sugiere que aún no existen guías oficiales para este tipo de materiales.

2.6. Comparación con otras soluciones estructurales

Aunque el uso de plástico reciclado puede mejorar ciertas propiedades del pavimento flexible convencional, no siempre es la mejor alternativa frente a otras soluciones estructurales. Según Quispe Berrocal (2023), si bien el pavimento flexible con PET al 0.5% supera al pavimento flexible convencional en resistencia, no alcanza la capacidad estructural del pavimento semirrígido, que sigue siendo más adecuado para vías con tránsito pesado, tal como se observa en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Soluciones estructurales.

Tipo de pavimento	Resistencia	Uso recomendado
Flexible convencional	Baja.	Vías de tránsito ligero.
Flexible con PET (0.5%)	Moderada	Vías urbanas o secundarias.

Semirrígido

Alta.

Tránsito pesado, vías troncales.

Fuente: Elaboración propia con información tomada de Quispe Berrocal (2023).

2.7. Riesgos ambientales y de durabilidad

Aunque el uso de plásticos reciclados busca reducir el impacto ambiental, existen riesgos asociados con la liberación de micro plásticos o aditivos químicos durante la vida útil del pavimento, especialmente bajo condiciones de desgaste acelerado o exposición solar intensa (Cauhapé Casaux et al., 2020). Esto requiere más investigación a largo plazo sobre los efectos ambientales del deterioro del pavimento modificado. La falta de normativas técnicas y guías claras en muchos países latinoamericanos como Colombia es el mayor freno para la adopción masiva de esta tecnología. Las pruebas deben ajustarse a la fuerza, ya que no hay especificaciones oficiales para este tipo de materiales.

3. Conclusiones

El uso de plásticos reciclados en pavimentos es una alternativa viable que puede incrementar la resistencia y durabilidad de las vías. Es una estrategia de doble impacto: reduce la cantidad de residuos contaminantes y ofrece un ahorro de costos a largo plazo. Reutilizar el plástico en la construcción reduce la cantidad de basura que termina en ríos, mares o vertederos, y al mismo tiempo permite usar menos materiales nuevos como piedra o asfalto, lo que significa menos contaminación y un menor costo a largo plazo. Es una manera de transformar un problema ambiental en una solución útil.

A pesar de los desafíos técnicos y la falta de regulación, los resultados son prometedores. El plástico ya no es solo basura, sino un recurso clave para la modernización de la infraestructura bajo un enfoque de responsabilidad ambiental. Para asegurar su implementación, es vital seguir investigando su comportamiento en distintos climas y tipos de tráfico, y promover activamente la creación de normativas que permitan su uso a gran escala. Esta tecnología ofrece una nueva forma de ver el plástico, no como basura, sino como un recurso que puede mejorar nuestras vías y nuestra relación con el medio ambiente.

Referencias bibliográficas

- Anicama Roque, L. M. (2020). Diseño del pavimento asfaltado comparando el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba - Provincia Cajatambo – 2020, <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60423>
- Bohórquez-Soler, E y Quintero-Serrato, G. (2021). Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS. Universidad Católica de Colombia, <https://hdl.handle.net/10983/25824>
- Boulemaizet, A; Boudjellal, K; Messaoudi K; Bekkouche S. (2023). Plastic Waste Sheets Effects on Reclaimed Asphalt Pavement Performances. Sciendo, <https://sciendo.com/article/10.2478/sspjce-2023-0017>
- Camacho Pampamallco, A y Espinoza Ingaruca, M. (2022). Aplicación de la fibra de plástico reciclado para el mejoramiento óptimo de pavimento rígido, caso Av. Manuel E. Cordero y Av. Mariscal Castilla-Huancané-Puno. Universidad Ricardo Palma – URP, <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5998>
- Casaux, M. C., Zorzutti, L., Martínez, F., Angelone, S., Balige, M., Lucci, G., & YPF, M. G. (2020). Carreteras sustentables: tramo experimental con mezclas asfálticas elaboradas con plásticos reciclados. XXXIX Reunión del Asfalto Argentina, <https://cpasfalto.com.ar/xxxix-reuniondelasfalto-trabajos/40%20-%20CAUHAPE%20+%20ANGELONE.pdf>
- Durand Guia, I. A. (2022). Influencia de las fibras de botellas de plástico reciclado en concreto de $f'c=280$ kg/cm² para pavimento rígido, Kimbiri, Cusco ,2022, <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109374>
- Ferro Borda, C. M., & Villanueva Anca, G. (2022). Diseño de pavimento rígido incorporando fibra de plástico reciclado, Chilca, Cañete 2022, <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115938>
- Ma, Y., Zhou, H., Jiang, X., Polaczyk, P., Xiao, R., Zhang, M., & Huang, B. (2021). The utilization of waste plastics in asphalt pavements: A review. Cleaner Materials, 2(100031), 100031. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2021.100031>
- Mallqui Aguilar, K. K. (2023). Análisis de resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado. Pillco Marca, Huánuco – 2023, <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/bb99ebd0-70fd-4fa3-82c7-689349d17f73>
- Monrroy Murcia, G. E. (2020). FACTIBILIDAD DE DESARROLLAR PAVIMENTOS CON PLÁSTICO RECICLADO. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería, <https://doi.org/10.26507/ponencia.853>

Noviski, V., Palacios, T., & Rossi, M. Y. (2025). Mezclas asfálticas densas en caliente con aporte de caucho y plástico, <https://rephip.unr.edu.ar/items/719e9c98-5a76-463e-93e4-86d4030fa706>

Quispe Berrocal, C. N. (2023). Estudio comparativo de la resistencia del pavimento flexible con plástico reciclado y el pavimento semirrígido en Jr. Iquique Av. Argentina, <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7466>

Rato, M. J., Domingues, D., Borges Miranda, H., & Antunes, V. (2022). Pavimentos sustentáveis com incorporacão de plásticos reciclados. Congresso Rodoferroviário Português, https://www.researchgate.net/profile/Vitor-Antunes/publication/370129919_Pavimentos_sustentaveis_com_incorporacao_de_plasticos_reciclados/links/6440f5511b8d044c6337db34/Pavimentos-sustentaveis-com-incorporacao-de-plasticos-reciclados.pdf

Suksiripattanapong, C.; Uraikhot, K.; Tiyasangthong, S.; Wonglakorn, N.; Tabyang, W.; Jomnonkwao, S.; Phetchuay, C. (2022). Performance of Asphalt Concrete Pavement Reinforced with High-Density Polyethylene Plastic Waste. *Infrastructures* 2022, 7, 72, <https://www.mdpi.com/2412-3811/7/5/72>