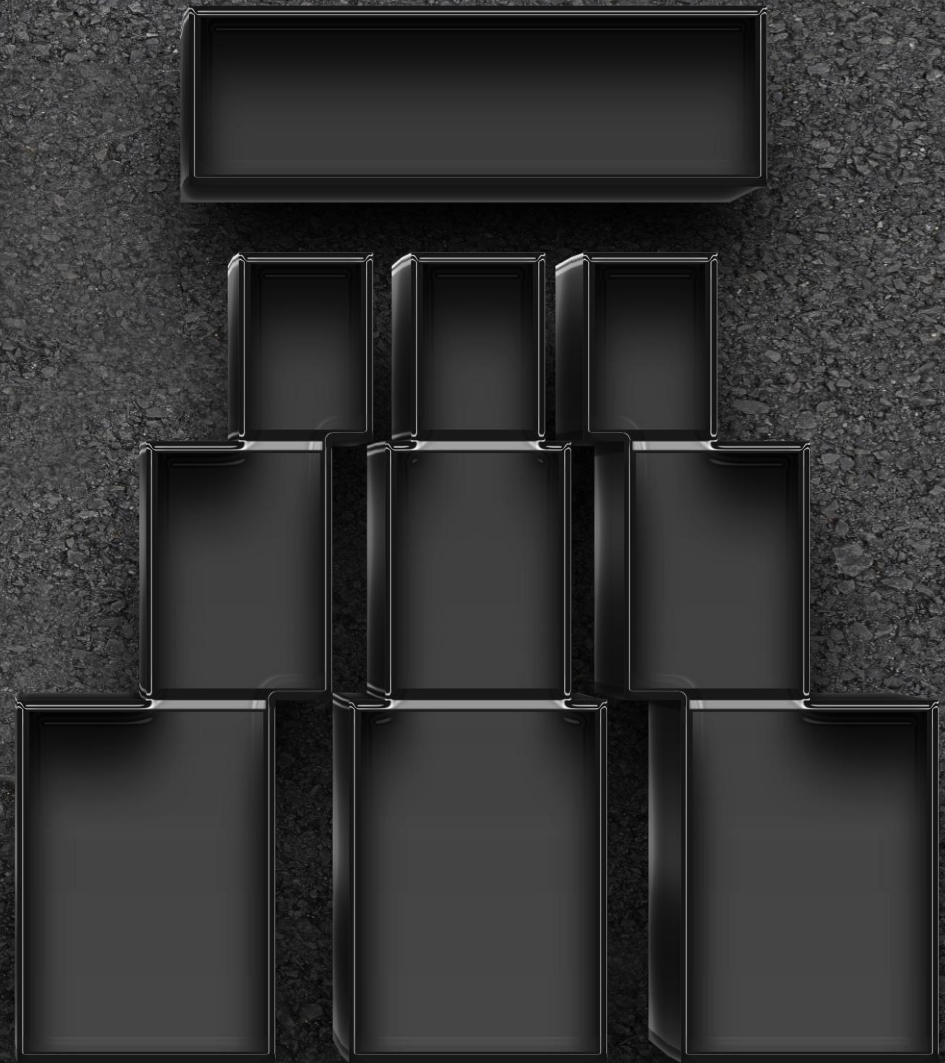




XIII Congreso Mexicano del Asfalto. 20, 21y 22 de agosto de 2025, Cancún, Quintana Roo, México



Tema:

**Tendencias y enfoques en la
investigación de pavimentos
permeables para la gestión integral
del agua urbana**



**D. Margarita Hernández
Avilés**

xx de agosto 2025

Tendencias y enfoques en la investigación de pavimentos permeables para la gestión integral del agua urbana

D. Margarita Hernández Avilés



XIII Congreso Mexicano del Asfalto. 20, 21y 22 de agosto de 2025, Cancún, Quintana Roo, México

CONTENIDOS



01

Contexto y desafíos urbanos actuales.

02

Propósitos que orientaron la revisión sistemática.

03

Método de indagación y selección de evidencia.

04

Tendencias, hallazgos técnicos y patrones emergentes.

05

Implicaciones para la ingeniería, la sostenibilidad y la gestión del agua.

Contexto y desafíos urbanos actuales.

Pavimentos impermeables ocupan el 25% en áreas urbanas [1]



1. Problemática ambiental



Aumento de escorrentía y alteración del ciclo hídrico

2. Tendencias globales



Crecimiento urbano + cambio climático
Eventos de inundación más intensos y frecuentes

3. Brechas normativas

EEUU / Europa:

- ✓ Regulaciones consolidadas
- ✓ Integración en proyectos urbanos sostenibles.

(Fuente: [7])

América Latina:

- ✗ Normativa parcialmente desarrollada
- ✗ Implementación limitada

4. Solución emergente

Pavimentos asfálticos permeables

- Reducción escorrentía superficial
- Reducción de TSS, nutrientes y metales pesados
- Disminución del impacto ambiental vial

(Fuente: [7], [10-15])



Asociación Mexicana
del Asfalto, A.C.

@AMAACmx

<http://www.amaac.org.mx>



Propósitos que orientaron la revisión sistemática.

Desafío identificado:

A pesar de la abundante evidencia internacional, Colombia carece de una síntesis sistemática que integre experiencias técnicamente comparables a su realidad hidro-climática y normativa.

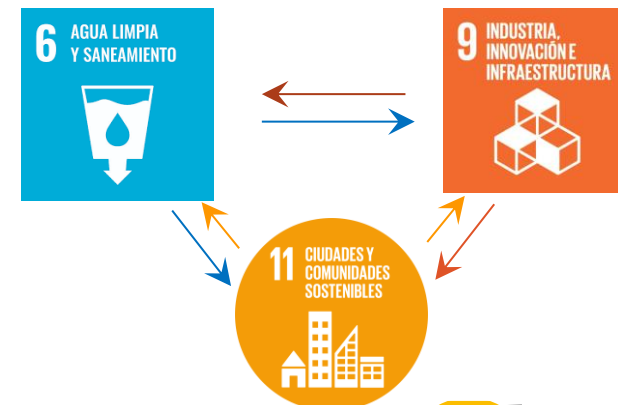
Pregunta que guía el estudio:

¿Qué tendencias técnicas y ambientales dominan los estudios sobre pavimentos asfálticos permeables en los últimos 5 años?

¿Por qué es relevante para Colombia?

- Permite identificar soluciones urbanas probadas
- Facilita la adaptación a contextos locales
- Fortalece decisiones basadas en evidencia
- Contribuye al desarrollo urbano sostenible y resiliente

 se alinea con...



Método de indagación y selección de evidencia

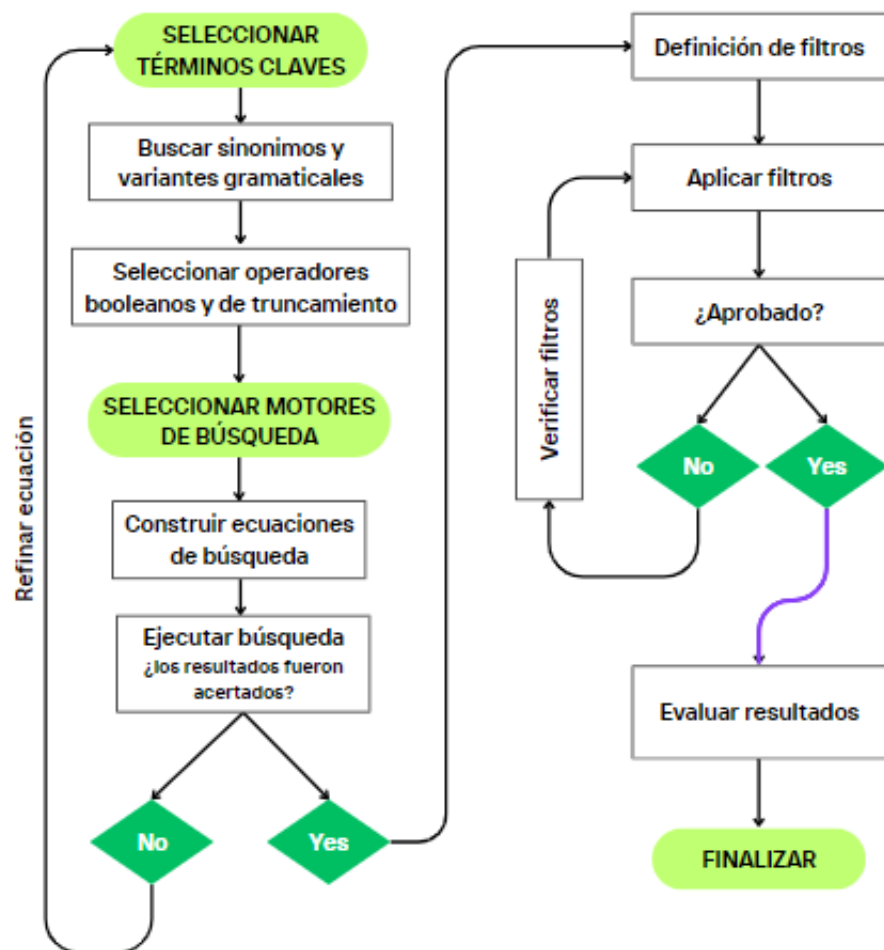


Figura 1. Flujograma para el análisis bibliométrico. Elaboración propia.

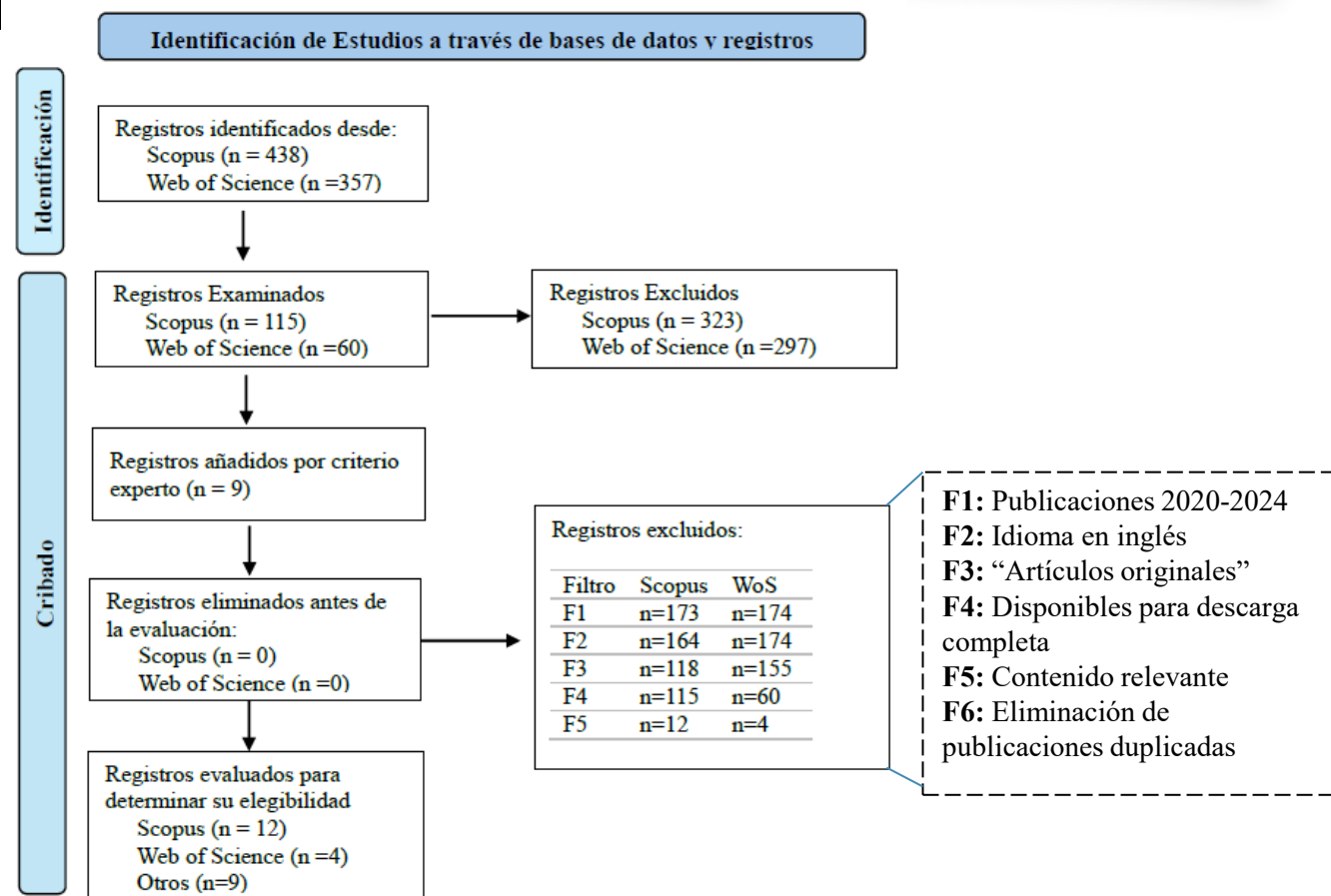


Figura 2. Diagrama de flujo representativo de los pasos de la metodología utilizando el marco PRISMA (adaptado por los autores)

Tendencias, hallazgos técnicos y patrones emergentes.

Caracterización de los estudios seleccionados

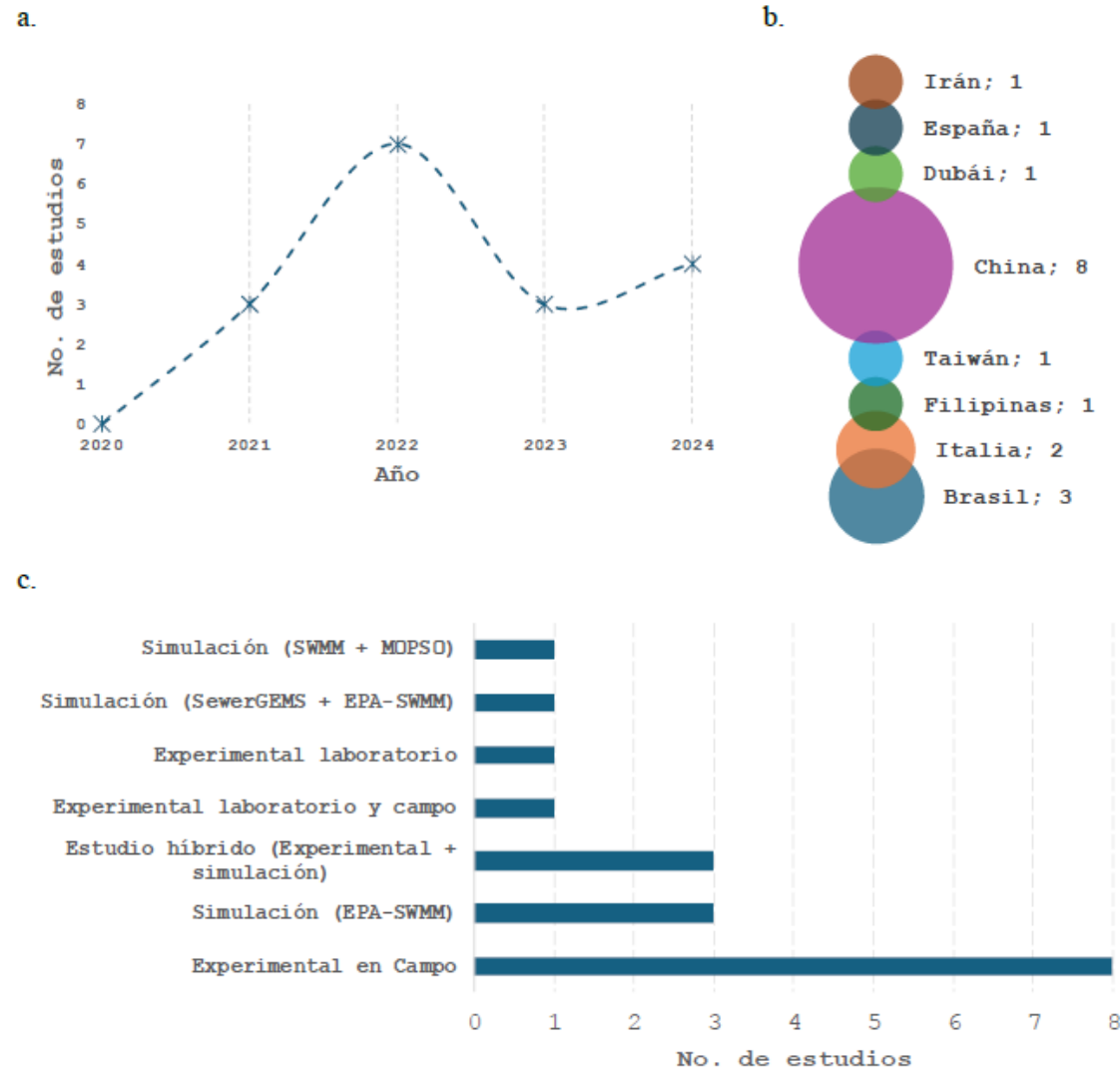


Figura 3. Bibliometría. a. Evolución temporal de las publicaciones; b. distribución geográfica de los estudios; y c. clasificación metodológica de los estudios incluidos.



Tendencias, hallazgos técnicos y patrones emergentes

Desempeño integral (mecánico
- hidrológico - ambiental)

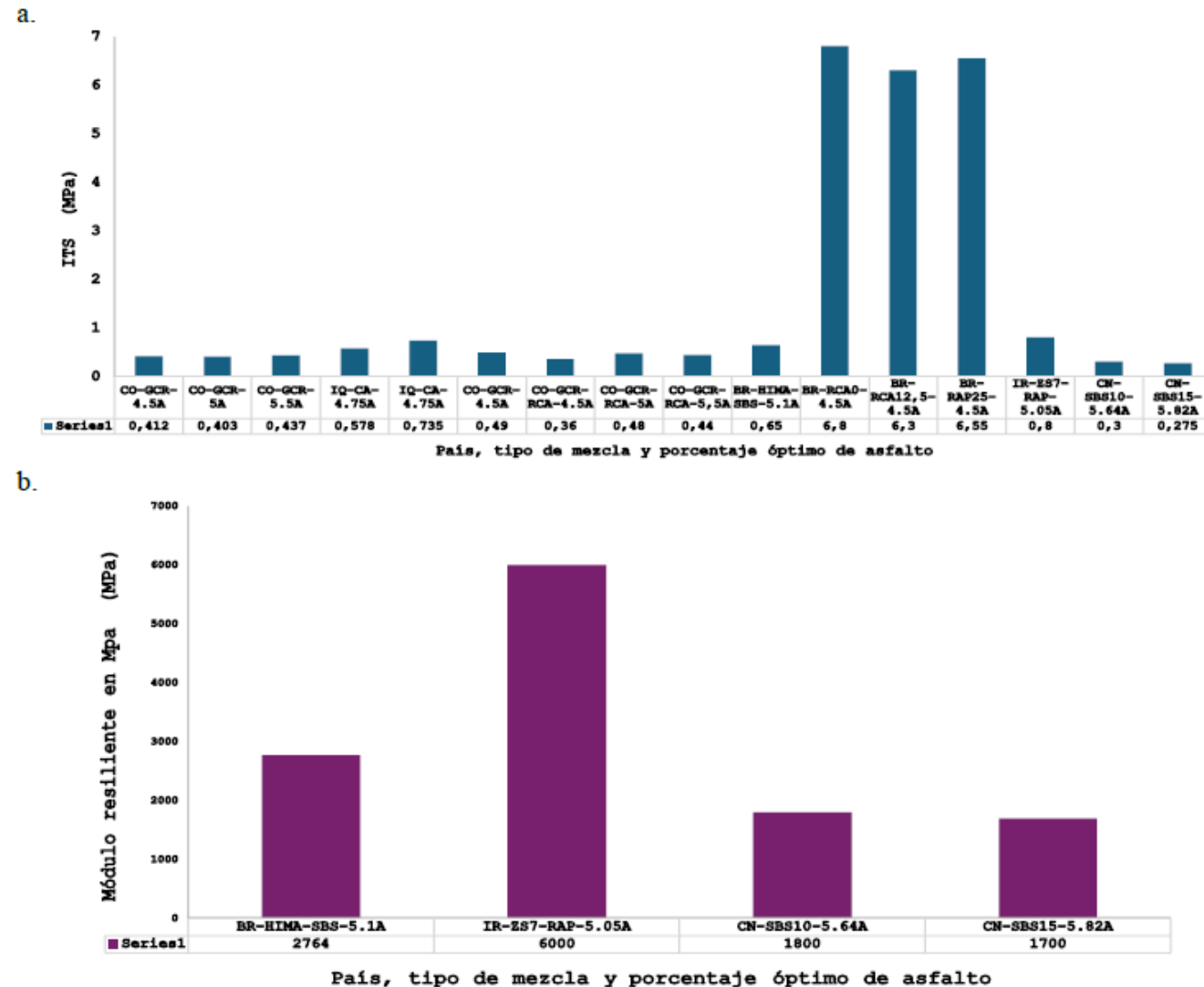


Figura 4. Propiedades mecánicas de los pavimentos asfálticos porosos, a. resistencia a la tracción indirecta (RTI); y b. módulo resiliente.



Tendencias, hallazgos técnicos y patrones emergentes.

Desempeño integral (mecánico - hidrológico - ambiental)

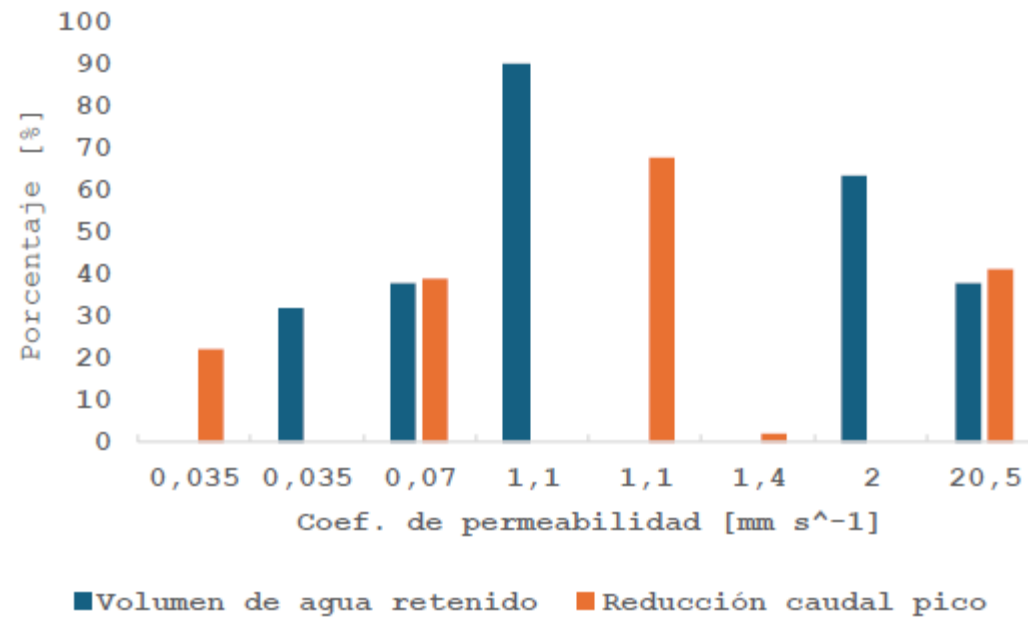


Figura 5. Desempeño hidráulico de pavimentos asfálticos porosos.

Tendencias, hallazgos técnicos y patrones emergentes.

Desempeño integral (mecánico - hidrológico - ambiental)

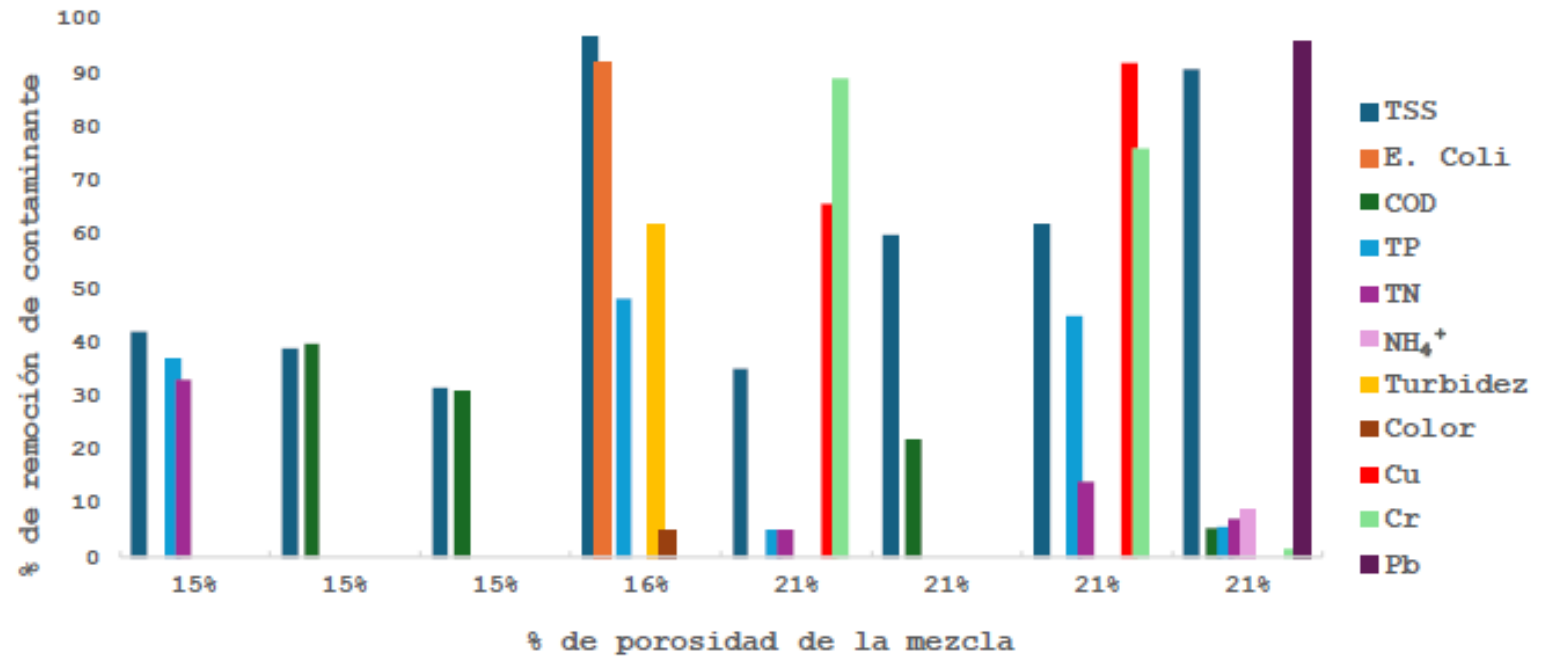


Figura 6. Eficiencia de remoción de contaminantes en pavimentos asfálticos porosos.



Implicaciones para la ingeniería, la sostenibilidad y la gestión del agua.

1. Lecciones aprendidas

Desempeño de mezclas drenantes:

- Mejoran con aditivos poliméricos (SBS, HiMA)
- Materiales reciclados (RAP) útiles si se dosifican bien
- RCA requiere diseño cuidadoso y selección rigurosa de agregados
- Incrementar ligante ayuda, pero no corrige fallas estructurales
- Cuando se optimiza la permeabilidad y la estructura, estos sistemas pueden mitigar escorrentía urbana y actuar como filtros efectivos de contaminantes.

2. Perspectivas estratégicas

Modelos computacionales:

- Útiles en planificación por bajo costo y flexibilidad
- Permiten simular escenarios urbanos complejos
- Potencial para optimizar diseño hidráulico y ambiental de PAP

3. Desafíos futuros

Brechas identificadas:

- Falta de validación experimental en campo
- Escasez de estudios adaptados a condiciones reales colombianas
- Necesidad de generar evidencia local para toma de decisiones
- Urge combinar simulación + monitoreo para fortalecer normativa



Referencias

- [1] Ranieri, V.; Coropulis, S.; Fedele, V.; Intini, P.; Sansalone, J.J. Flexible Permeable-Pavement System Sustainability: A Methodology for Stormwater Management Based on PM Granulometry. *Infrastructures* 2024, 9, 95. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9060095>
- [6] Arora, M.; Chopra, I.; Nguyen, M.H.; Fernando, P.; Burns, M.J.; Fletcher, T.D. Flood Mitigation Performance of Permeable Pavements in an Urbanised Catchment in Melbourne, Australia (Elizabeth Street Catchment): Case Study. *Water* 2023, 15, 562. <https://doi.org/10.3390/w1503056>
- [7] García-Haba, E., Rodríguez-Hernández, J., Andrés-Doménech, I., Hernández-Crespo, C., Anta, J., Martín, M. 2022. Design of permeable pavements in Spain: current situation and future needs. *Ingeniería del agua*, 26(4), 279-296. <https://doi.org/10.4995/Ia.2022.18290>
- [12] Selbig, W., Buer, N., & Danz, M. (2019). Stormwater quality performance of a coated permeable pavement system. *Journal of Environmental Management*, 251, 109510. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109510>
- [13] Tirpak, A., Winston, R., Feliciano, M., & Dorsey, J. (2020). Stormwater quality performance of a permeable interlocking concrete pavement receiving runoff from an asphalt traffic lane in a cold climate. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 21716–21732. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08707-2>
- [15] Singer, M., Hamouda, M., El-Hassan, H., & Hinge, G. (2022). Permeable pavement systems for effective stormwater quantity and quality management: A bibliometric analysis and highlights of recent advances. *Sustainability*, 14(20), 13061. <https://doi.org/10.3390/su142013061>

• Agradecimientos

Universidad Militar Nueva Granada por financiar el proyecto de investigación INV-DIS-4173.



¡muchas gracias!

Ponente: D. Margarita Hernandez Aviles, J. Carolina Ruiz Acero,
Luis A. Moreno Anselmi

Contacto: diana.hernandez@unimilitar.edu.co
johanna.ruiz@unimilitar.edu.co
luis.moreno@unimilitar.edu.co