

Gestión de mantenimiento de pavimentos flexibles basada en PCI: evaluación y priorización en la carretera PE-08A (Cajamarca, Perú).

Flexible pavement maintenance management based on PCI: assessment and prioritization on the PE-08A road (Cajamarca, Peru).

Nelve Núñez Bustamante¹[0009-0000-2218-9156], Krantz Peláez²[0009-0007-0151-4715], Aler Rafael³[0000-0001-6714-8999]

¹ Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), nnunhezb@unach.edu.pe.

² Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), kpelaenza14@unc.edu.pe,

³ Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), jrafaelt_epg20@unc.edu.pe.

CITA EN APA:

Núñez Bustamante, N., Peláez, K., & Rafael, A. (2026). Gestión de mantenimiento de pavimentos flexibles basada en PCI: evaluación y priorización en la carretera PE-08A (Cajamarca, Perú). Technology Rain Journal, 5(1).
<https://doi.org/10.55204/trj.v5i1.e125>

Recibido: 15 de diciembre-2026

Aceptado: 27 de febrero-2026

Publicado: 03 de marzo-2026

Technology Rain Journal
ISSN: 2953-464X



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un indicador ampliamente utilizado para caracterizar el estado funcional de superficies asfálticas mediante la identificación visual de fallas, su severidad y densidad. Este estudio evalúa el pavimento flexible de un tramo de 9.96 km de la carretera PE-08A, en Cajamarca (Perú), aplicando el procedimiento de inspección de la ASTM D6433-24. Se levantaron 310 unidades de muestra de 225 m², registrando fallas dominantes como desprendimiento de agregados, desintegración y fisuración longitudinal/transversal. El PCI promedio del tramo fue 86 (condición excelente). Sobre esta base, se propone una matriz práctica de intervención y priorización orientada a mantenimiento preventivo (sellado de fisuras y tratamientos superficiales) para sostener el nivel de servicio y reducir el riesgo de deterioro acelerado en el corto plazo.

Palabras Clave: PCI, pavimento flexible, fallas superficiales, mantenimiento vial, priorización.

Abstract: The Pavement Condition Index (PCI) is a widely used indicator for characterizing the functional condition of asphalt surfaces through the visual identification of defects, their severity, and density. This study evaluates the flexible pavement of a 9.96 km section of the PE-08A highway in Cajamarca, Peru, applying the ASTM D6433-24 inspection procedure. Three hundred and ten 225 m² sample units were collected, recording dominant defects such as aggregate spalling, disintegration, and longitudinal/transverse cracking. The average PCI for the section was 86 (excellent condition). Based on this, a practical intervention and prioritization matrix is proposed, focusing on preventive maintenance (crack sealing and surface treatments) to maintain the level of service and reduce the risk of accelerated deterioration in the short term.

Keywords: PCI, flexible pavement, surface distresses, pavement maintenance, prioritization.

1. INTRODUCCIÓN

Las carreteras de pavimento flexible requieren monitoreo continuo para identificar oportunamente procesos de deterioro y seleccionar intervenciones costo-efectivas. La evaluación basada en condición es un componente central de los sistemas de gestión de pavimentos, pues permite comparar tramos, priorizar recursos y programar mantenimiento preventivo antes de que el deterioro se acelere (FHWA, 2022; Tamagusko et al., 2024).

Entre los indicadores funcionales más utilizados se encuentra el Índice de Condición del Pavimento (PCI), calculado a partir de la inspección visual estandarizada de fallas, su severidad (baja, media o alta) y su densidad en unidades de muestra (ASTM D6433-24, 2024). En redes con restricciones presupuestales, la evidencia reciente muestra que combinar inspección visual con enfoques de gestión de activos y priorización multicriterio mejora la asignación de fondos y el desempeño de la red (Huang et al., 2024; Rosero Vega & Rodríguez Moreno, 2024).

Aunque la inspección visual es una referencia consolidada, su calidad depende de la consistencia del equipo evaluador y del control de datos; por ello se recomiendan esquemas de capacitación, auditoría y verificación de reproducibilidad (Chang et al., 2025; Lu et al., 2025). En paralelo, se observa una transición hacia levantamientos semiautomatizados y automatizados (imágenes, sensores e IA) para ampliar cobertura y reducir subjetividad, manteniendo trazabilidad y criterios comparables con el PCI (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [NASEM], 2024; Ibragimov et al., 2024; Qureshi et al., 2023). Asimismo, modelos predictivos recientes basados en aprendizaje automático permiten estimar o clasificar el PCI como apoyo a la programación de mantenimiento, especialmente en redes municipales y entornos con recursos limitados (Issa et al., 2022; Afridi et al., 2025; Ashqar et al., 2025).

En el norte del Perú, los corredores regionales presentan condiciones ambientales y operacionales que pueden acelerar el desgaste superficial y la fisuración. En este contexto, el presente trabajo evalúa el estado del pavimento flexible de la carretera PE-08A (Dv. San Pablo – Dv. San Bernardino), en Cajamarca, mediante el PCI, y propone lineamientos prácticos para priorizar acciones de mantenimiento a nivel de tramo.

El objetivo general fue evaluar la condición superficial del pavimento flexible de la carretera PE-08A (0+000–9+960) empleando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y plantear una propuesta de priorización de mantenimiento basada en condición. Los objetivos específicos fueron: (i) diseñar el muestreo y ejecutar el inventario de fallas por unidad de muestra; (ii) calcular el PCI por unidad y el PCI promedio del tramo; (iii) caracterizar la frecuencia relativa de las fallas

dominantes; y (iv) proponer alternativas de intervención y un esquema de priorización para la programación de mantenimiento.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a un tramo de 9.96 km de la carretera PE-08A, ubicado en la provincia de Cajamarca (Perú), entre las progresivas 0+000 y 9+960 (Dv. San Pablo – Dv. San Bernardino). Se trata de una vía con pavimento flexible a nivel de carpeta asfáltica. La evaluación se enfocó en la condición superficial observable y en la identificación de fallas típicas de pavimentos asfálticos.

2.2. Diseño de investigación y procedimiento PCI

El estudio es de tipo aplicado y nivel descriptivo, con diseño no experimental y corte transversal. La condición se evaluó mediante inspección visual conforme a ASTM D6433-24, que define el PCI como una escala de 0 a 100 (100 = excelente) basada en valores de deducción por tipo de falla, severidad y densidad (ASTM D6433-24, 2024). El procedimiento general comprende: (i) delimitación del tramo y definición de unidades de muestra; (ii) inventario de fallas por unidad (tipo, severidad, cantidad/área o longitud); (iii) cálculo de densidades y valores de deducción; (iv) obtención del valor de deducción corregido (CDV) y del PCI por unidad; y (v) agregación de resultados para caracterizar el tramo.

2.3. Unidades de muestra y tamaño de muestreo

Se dividió el tramo en 310 unidades de muestra de 225 m², dentro del rango recomendado por la norma (225 ± 90 m²). Considerando un ancho de calzada de 7.00 m, la longitud equivalente por unidad fue de 32.14 m (≈ 225/7). La Tabla 1 resume los parámetros del diseño de muestreo.

Parámetro	Valor
Tramo evaluado	PE-08A (0+000–9+960); longitud 9.96 km
Ancho de calzada (aprox.)	7.00 m
Área de unidad de muestra	225 m ² (rango ASTM: 225 ± 90 m ²)
Longitud equivalente por unidad	32.14 m
Número de unidades de muestra	310

Método de evaluación	Inspección visual y cálculo de PCI (ASTM D6433-24)
-----------------------------	---

Tabla 1. Parámetros del tramo y diseño de muestreo para el cálculo del PCI.

2.4. Inventario de fallas y control de calidad

En cada unidad de muestra se registró el tipo de falla, su severidad (baja, media o alta) y su magnitud (longitud, área o cantidad, según corresponde), conforme a la codificación y definiciones de la ASTM D6433-24. Se utilizó un formato de campo estandarizado y registro fotográfico georreferenciado para facilitar la verificación posterior de los datos. La consistencia del inventario se asegura mediante revisión de completitud (campos obligatorios), verificación de rangos y contraste visual con el registro fotográfico. (FHWA, 2022; Chang et al., 2025; Lu et al., 2025).

La inspección fue realizada por dos evaluadores capacitados, efectuándose una verificación cruzada aleatoria del 10% de las unidades para asegurar consistencia en la clasificación de severidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI) del tramo

Se evaluaron 310 unidades de muestra. El PCI promedio del tramo fue 86, correspondiente a una condición **excelente**.

Clase de condición	Unidades (n)	Porcentaje (%)
Excelente	195	62.90
Muy Buena	92	29.68
Buena	19	6.13
Regular	4	1.29
Total	310	100.00

Tabla 2. Distribución de unidades de muestra por clase de condición superficial (PCI).

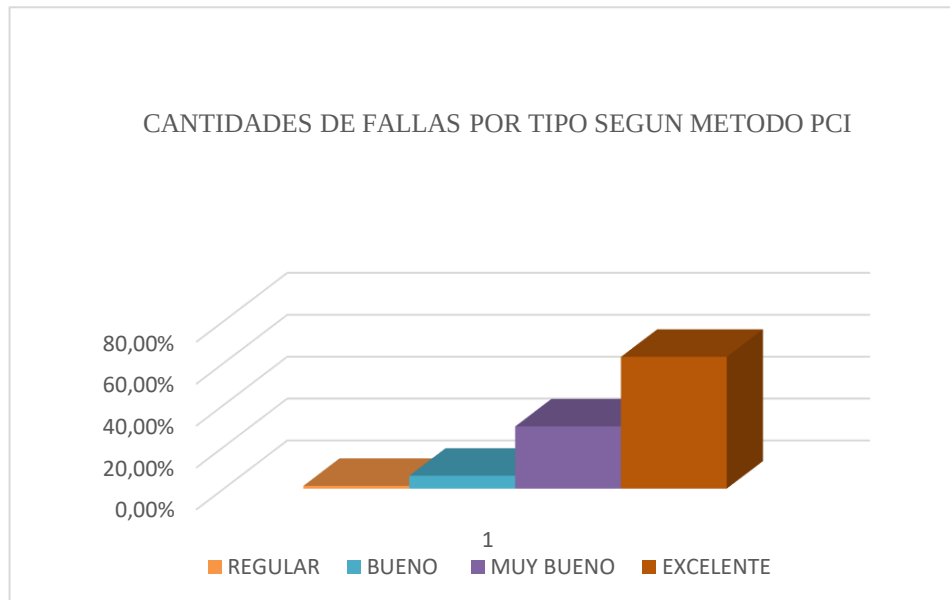


Figura 1. Distribución porcentual de condición superficial según PCI (n=310)

3.1.2. Frecuencia de fallas

En el inventario se registraron 1108 ocurrencias de fallas (≈ 111 ocurrencias/km). Las fallas dominantes fueron desprendimiento de agregados/desintegración (raveling), fisuración longitudinal y transversal, y fisuración de borde (Tabla 3).

Tipo de falla	Ocurrencias (n)	Participación (%)	Interpretación/implicancia típica
Desprendimiento de agregados / desintegración (raveling)	618	55.78	Pérdida de textura y durabilidad; sugiere envejecimiento/oxidación, baja adhesión o acción del agua.
Fisuras longitudinales y transversales	254	22.92	Permiten infiltración de agua; suelen asociarse a contracción térmica, fatiga local o reflexión de juntas.
Fisuras de borde	164	14.80	Frecuentes en zonas con soporte lateral deficiente, drenaje pobre o sobrecarga cerca del borde.
Baches	37	3.34	Daño localizado por pérdida de material y humedad; requiere corrección inmediata por seguridad.

Ondulaciones (bacheo/abultamiento)	12	1.08	Deformación superficial; puede indicar problemas de mezcla, compactación o estabilidad.
Exudación (bleeding)	12	1.08	Exceso de ligante; reduce macrotextura y puede aumentar riesgo de deslizamiento.
Hundimientos y depresiones	8	0.72	Asentamientos locales o deformación; puede reflejar problemas en capas inferiores.
Fisuras por reflexión	2	0.18	Propagación de discontinuidades de capas inferiores; requiere sellado y control de movimientos.
Parcheo y huecos de servicios	1	0.09	Intervenciones previas/zanjas; pueden ser puntos débiles si no se ejecutan adecuadamente.

Tabla 3. Tipos de fallas identificadas y participación relativa en el inventario (n=1108).

3.2. Discusión

El PCI promedio de 86 ubica al tramo evaluado en una condición funcional alta, lo que implica que la estrategia más rentable suele ser mantener el pavimento en buen estado mediante tratamientos preventivos de bajo costo antes de que se incremente la fisuración y aparezcan fallas estructurales (Peshkin et al., 2024; FHWA, 2022).

A pesar del buen nivel global, la alta participación del desprendimiento de agregados y desintegración (55.78%) sugiere un proceso dominante de envejecimiento superficial y pérdida de cohesión/adhesión, posiblemente intensificado por humedad, variaciones térmicas y carga vehicular. La literatura reciente enfatiza que los tratamientos superficiales (sellos, slurry/microsurfacing, chip seal) son efectivos para restaurar textura y sellar la superficie cuando el deterioro es principalmente funcional y el soporte estructural aún es adecuado (Peshkin et al., 2024).

La fisuración longitudinal/transversal y la fisuración de borde (37.72% combinadas) representan rutas de ingreso de agua hacia capas inferiores, por lo que el sellado oportuno de fisuras y el mejoramiento local de drenaje/bermas son medidas prioritarias para evitar una transición rápida hacia baches y deformaciones (Knappek, 2023; Huang et al., 2024).

Como complemento, en programas de gestión a escala de red suele ser útil contrastar el PCI con indicadores continuos como el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), ya que estudios

recientes reportan modelos empíricos para aproximar PCI desde IRI en entornos específicos, facilitando el seguimiento cuando no es viable inspeccionar toda la red (Radwan et al., 2024).

Los resultados obtenidos se enmarcan dentro de la variabilidad reportada en la región para evaluaciones basadas en PCI. En Cajamarca, Briones (2018) reportó un PCI ponderado de 48.56 (condición regular) para un tramo urbano-vecinal evaluado con PCI, evidenciando que, en contextos con mayor deterioro acumulado y mantenimiento insuficiente, la condición puede disminuir significativamente. Asimismo, en Perú se han reportado aplicaciones del PCI en vías urbanas con enfoques de diagnóstico y propuesta de mantenimiento (Torres-Torres & Muñoz-Pérez, 2023). En Colombia, Ruiz Acero y Gutiérrez Hortua (2025) encontraron predominio de categorías “malo” y “muy malo” en una evaluación apoyada con SIG, resaltando la utilidad del PCI para priorización a escala de red. Estas comparaciones muestran que un PCI alto, como el del presente tramo, es consistente con escenarios donde predominan daños funcionales incipientes y existe margen para preservación temprana.

El PCI promedio de 86 (condición excelente) se explica porque la mayor parte de las unidades se ubican en categorías excelente y muy buena, y las fallas registradas son principalmente superficiales. La dominancia del desprendimiento de agregados/desintegración sugiere un mecanismo de deterioro funcional asociado a envejecimiento superficial y pérdida de textura, más que a daño estructural generalizado. En este contexto, la estrategia costo-efectiva es la preservación (sellado de lesiones y tratamientos superficiales) para evitar infiltración de agua y transición hacia baches y fallas más severas.

Finalmente, la tendencia internacional es complementar inspecciones visuales con tecnologías de captura automatizada (imágenes, sensores, IA) para aumentar cobertura y consistencia, y con ello reducir la variabilidad propia de la inspección manual; no obstante, la inspección estandarizada sigue siendo una referencia base para asegurar comparabilidad y para calibrar herramientas automatizadas (NASEM, 2024; Ibragimov et al., 2024; Qureshi et al., 2023; Shang et al., 2024).

3.3. Propuesta de priorización y alternativas de intervención

3.3.1. Enfoque de priorización a nivel de tramo

Para una programación anual de mantenimiento con presupuesto limitado, se propone utilizar un índice de prioridad (IP) que combine la condición (PCI) con factores de criticidad (Triantaphyllou, 2000). El IP permite ordenar unidades o subtramos para intervenir primero donde el beneficio esperado es mayor. Un esquema práctico es:

$$IP = w_1 \cdot (100 - PCI_i) + w_2 \cdot T_i + w_3 \cdot C_i + w_4 \cdot S_i$$

Los $w_1 - w_4$ se proponen como referencias para una primera implementación, dado que su elección depende del contexto (presupuesto, criticidad de la vía, seguridad). En la literatura, la determinación de ponderaciones puede realizarse mediante consenso experto o métodos multicriterio como el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), que permite estructurar criterios y asignar prioridades de manera transparente. En este estudio, el IP se presenta como una propuesta conceptual para apoyar la programación; su validación requiere calibración con datos de tránsito, costos y desempeño posterior a la intervención (Saaty, 1980).

Escala práctica sugerida (normalización 0–100)

“Para facilitar el uso, se sugiere normalizar: T_i , C_i y S_i en una escala 0–100 (bajo=33, medio=66, alto=100).”

Ejemplo de aplicación (ilustrativo)

“Unidad A: $PCI = 65 \rightarrow (100 - PCI) = 35$; tránsito alto $T = 100$; criticidad media $C = 66$; seguridad alta $S = 100$. Con $w_1 = 0,50$, $w_2 = 0,20$, $w_3 = 0,20$, $w_4 = 0,10$:

$$IP = 0,50(35) + 0,20(100) + 0,20(66) + 0,10(100) = 60,7.$$

Unidad B: $PCI = 80 \rightarrow (100 - PCI) = 20$; tránsito medio $T = 66$; criticidad media $C = 66$; seguridad baja $S = 33$:

$$IP = 0,50(20) + 0,20(66) + 0,20(66) + 0,10(33) = 39,7.$$

En consecuencia, la Unidad A tiene prioridad sobre la Unidad B.”

3.3.2. Matriz de intervención recomendada

Con base en el PCI y las fallas dominantes, la estrategia recomendada para el tramo es principalmente preventiva: sellado de fisuras, tratamientos superficiales para recuperar textura y acciones localizadas correctivas (bacheo y reparación puntual) en las unidades regulares. La Tabla 4 resume alternativas típicas y su propósito.

Clase PCI (referencial)	Condición	Objetivo	Tratamientos típicos (ejemplos)
85–100	Excelente	Preservar y evitar ingreso de agua	Rutina: limpieza y drenaje; sellado de fisuras incipientes; reposición de señalización. Preventivo ligero: fog seal o rejuvenecedor según necesidad.
70–85	Muy buena	Detener fisuración y recuperar textura	Sellado de fisuras (clean-and-seal / rout-and-seal según ancho); slurry seal o microsurfacing; chip seal en vías de bajo-mediano volumen.

55–70	Buena	Corregir fallas funcionales y retrasar rehabilitación	Microsurfacing/slurry con corrección puntual; bacheo localizado; thin overlay cuando hay fisuración moderada.
40–55	Regular	Restituir nivel de servicio y corregir zonas críticas	Bacheo y reparación localizada; overlay de estructural delgado-medio según diagnóstico; y corrección de drenaje/bermas.

Tabla 4. Matriz simplificada de alternativas de mantenimiento/rehabilitación según rango de PCI y objetivo de intervención.

3.3.3. Recomendaciones específicas para el tramo

Considerando que el 92.58% de las unidades se ubican en condición muy buena o excelente, la prioridad debe orientarse a preservación temprana para evitar que el desprendimiento de agregados evolucione hacia pérdida acelerada de material y fisuración más extensa. Se recomiendan las siguientes acciones:

- Tratamiento superficial: slurry seal o microsurfacing en sectores con pérdida de textura y desintegración, previa corrección localizada.
- Sellado de fisuras longitudinales, transversales y de borde, con limpieza y secado adecuados; seleccionar rout-and-seal para fisuras activas y mayores anchos.
- Bacheo y reparación puntual inmediata en unidades regulares y en zonas con baches por seguridad.
- Medidas complementarias: limpieza/mejoramiento de drenaje y control de agua superficial para reducir daños por humedad.

Estas recomendaciones son consistentes con la evidencia de programas de preservación que enfatizan intervenciones oportunas y monitoreo de desempeño para optimizar la vida útil de la red (Peshkin et al., 2024; Knappek, 2023; ASTM D6433-24, 2024; ASTM E1166-24, 2024).

4. CONCLUSIONES

El tramo PE-08A (0+000–9+960) presentó un PCI promedio de 86, correspondiente a condición excelente. La distribución por clases mostró predominio de unidades en estado excelente y muy bueno, confirmando un desempeño funcional alto y favorable para la preservación temprana.

El inventario evidenció como fallas dominantes el desprendimiento de agregados/desintegración, seguido de fisuración longitudinal/transversal y de borde, lo que orienta la intervención hacia mantenimiento preventivo (sellado oportuno y tratamientos superficiales) y correcciones localizadas por seguridad. La matriz de intervención y el esquema de priorización propuesto brindan una guía directa para programar acciones bajo restricciones presupuestales, evitando el deterioro acelerado por el ingreso de agua.

El diagnóstico se basa en inspección visual PCI, por lo que no reemplaza una evaluación estructural ni indicadores continuos como IRI o fricción. Se recomienda complementar con mediciones adicionales, repetir levantamientos para analizar tendencia temporal y calibrar el Índice de Prioridad con datos reales de tránsito, costos y desempeño post-intervención, de modo que la priorización evolucione de conceptual a validada.

CONFLICTO DE INTERESES (Obligatorio)

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA (Obligatorio)

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Nelve Núñez Bustamante	Krantz Naghel Peláez Aleaga	Jesus Aler Nizzet Rafael Tiglia
Participar activamente en:			
Conceptualización	X	X	
Análisis formal	X		X
Adquisición de fondos	X	X	
Investigación	X		X
Metodología	X	X	
Administración del proyecto	X		X
Recursos	X	X	X
Redacción –borrador original	X	X	
Redacción –revisión y edición	X		X
La discusión de los resultados	X	X	
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X		X

REFERENCIAS

ASTM D6433-24. (2024). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D6433-24>

Chang, C. M., Cheng, D. X., Smith, R. E., Tan, S. G., & Hossain, A. (2025). SMART quality control analysis of pavement condition data for pavement management applications. International Journal of Transportation Science and Technology, 18, 227–244. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2024.06.007>

Federal Highway Administration. (2022). Pavement Management Roadmap: Executive Summary (FHWA-HIF-22-055). U.S. Department of Transportation.

Huang, L.-L., Lin, J.-D., Huang, W.-H., Kuo, C.-H., Chiou, Y.-S., & Huang, M.-Y. (2024). Developing pavement maintenance strategies and implementing management systems. Infrastructures, 9(7), 101. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9070101>

- Ibragimov, E., Kim, Y., Lee, J. H., Cho, J., & Lee, J.-J. (2024). Automated pavement condition index assessment with deep learning and image analysis: An end-to-end approach. *Sensors*, 24(7), 2333. <https://doi.org/10.3390/s24072333>
- Knapek, D. (2023). Asphalt crack treatment FAQs and technical resources. Minnesota Department of Transportation (MnDOT) Research.
- Lu, S.-H., Lin, J.-D., & Chiou, Y.-S. (2025). Analysis and verification results of manual inspection of pavement condition index. *Applied Sciences*, 15(10), 5600. <https://doi.org/10.3390/app15105600>
- Peshkin, D., Ram, P., Zimmerman, K., & Pai, S. (2024). Pavement Preservation Program Benchmarking Study (FHWA-HIF-24-024). Federal Highway Administration.
- Rosero Vega, D., & Rodríguez Moreno, M. A. (2024). Development of a multicriteria matrix for decision making in the management of flexible pavements in an urban road network: Case study the city of Itagüí – Colombia. *Revista Ingeniería de Construcción*, 39(1), 1–16. <https://doi.org/10.7764/RIC.00095.21>
- Shang, J., Zhang, A. A., Dong, Z., & He, A. (2024). Automated pavement detection and artificial intelligence pavement image data processing technology: A review. *Automation in Construction*, 168, 105797. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105797>
- Tamagusko, T., Gomes Correia, M., & Ferreira, A. (2024). Machine learning applications in road pavement management: A review, challenges and future directions. *Infrastructures*, 9(12), 213. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9120213>
- ASTM E1166-24. (2024). Standard Guide for Network Level Pavement Management. ASTM International. <https://www.astm.org/e1166-24.html>
- Afridi, M. A., Erlingsson, S., Sjögren, L., & Englund, C. (2025). Predicting Pavement Condition Index Using an ML Approach for a Municipal Street Network. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 151(2), 04025025. <https://doi.org/10.1061/jpeodx.pveng-1568>
- Ashqar, H. I., Issa, A., & Masri, S. (2025). A software for predicting Pavement Condition Index (PCI) using machine learning for practical decision-making with an exclusion approach. *SoftwareX*, 31, 102304. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2025.102304>
- Issa, A., Samaneh, H., & Ghanim, M. (2022). Predicting pavement condition index using artificial neural networks approach. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101490. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.04.033>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2024). AI Applications for Automatic Pavement Condition Evaluation. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/27993>
- Qureshi, W. S., Power, D., Ullah, I., Mulry, B., Feighan, K., McKeever, S., & O'Sullivan, D. (2023). Deep learning framework for intelligent pavement condition rating: A direct classification approach for regional and local roads. *Automation in Construction*, 153, 104945. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104945>
- Radwan, M. M., Mousa, A., & Zahran, E. M. M. (2024). Enhancing Pavement Sustainability: Prediction of the Pavement Condition Index in Arid Urban Climates Using the International Roughness Index. *Sustainability*, 16(8), 3158. <https://doi.org/10.3390/su16083158>
- Briones, M. (2018). Evaluación del pavimento asfáltico mediante el índice de condición de pavimento (PCI) en la vía aeropuerto – desvío a Otuzco – Cajamarca – 2018 [Tesis]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Torres-Torres, L. C., y Muñoz-Pérez, S.P. (2023). Evaluación de un pavimento flexible mediante el método PCI (Índice de Condición del Pavimento). *ITECKNE*, 20 (1), 45–57. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v20i1.2919>
- Ruiz Acero, J.C., & Gutiérrez Hortua, D.A. (2025). Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG): Aplicación en el tramo Cajicá-Tabio (K0+000 a K2+000). *Revista EIA*, 22 (44), Reia4417, 1–28. <https://doi.org/10.24050/reia.v22i44.1869>
- Triantaphyllou, E. (2000). Métodos de toma de decisiones multicriterio: Un estudio comparativo. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6>.
- Saaty, T.L. (1980). El proceso de jerarquía analítica: Planificación, establecimiento de prioridades, asignación de recursos. McGraw-Hill.

