

Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Avenida Confraternidad Internacional Este, Huaraz

Evaluation of the Surface Condition of Rigid Pavement Using the Pavement Condition Index (PCI) on Avenida Confraternidad Internacional Este, Huaraz

José Augusto Coral González ¹[0009-0007-0271-7856] Raúl Neil Ramírez Rondán ²[0000-0002-5788-472X]
Elvis Jesús Espíritu Espíritu ³[0000-0002-0848-1449] Elencio Melchor Mejía Oncoy ⁴[0000-0002-1860-6874]
Raúl Edgar Castillejo Melgarejo ⁵[0000-0001-5568-900X]

¹Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) - Maestrante en Geotecnia - Perú, jose.coral1@unmsm.edu.pe.

²Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) – Perú, rramirezo@unasam.edu.pe

³Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) – Perú, eespiritue@unasam.edu.pe

⁴Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) – Perú, emejiao@unasam.edu.pe

⁵Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) – Perú, rcastillejom@unasam.edu.pe

CITA EN APA:

Coral González, J. A., Ramírez Rondán, R. N., Espíritu Espíritu, E. J., Mejía Oncoy, E. M., & Castillejo Melgarejo, R. E. (2026). Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Avenida Confraternidad Internacional Este, Huaraz. *Technology Rain Journal*, 5(2). <https://doi.org/10.55204/trj.v5i2.e131>

Recibido: 08 de abril-2026

Aceptado: 11 de junio-2026

Publicado: 24 de junio-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 presente estudio evaluó el estado superficial del pavimento rígido en la avenida Confraternidad Internacional Este en la ciudad de Huaraz, desarrollando la metodología del índice de condición de pavimento (PCI) de conformidad con la norma ASTM D6433. Se realizaron inspecciones visuales sistemáticas en 720 losas de concreto, identificando tipos de fallas y clasificando su severidad. Los resultados evidenciaron valores promedio de (PCI) de 23 para el carril de subida y 22 para el carril de bajada, esto indica que la avenida se encuentra en un mal estado de conservación. Se concluye que esta avenida requiere intervención prioritaria mediante un plan de rehabilitación estructural debido al avanzado estado de deterioro.

Palabras Clave: Pavimento rígido, fallas del pavimento, índice de condición del pavimento (PCI), rehabilitación estructural, gestión de pavimentos.

Abstract: This study evaluated the surface condition of the rigid pavement on Avenida Confraternidad Internacional Este in the city of Huaraz using the Pavement Condition Index (PCI) methodology in accordance with ASTM D6433. Systematic visual inspections were conducted on 720 concrete slabs to identify pavement distresses and classify their severity levels. The results revealed average PCI values of 23 for the uphill lane and 22 for the downhill lane, indicating a very poor pavement condition. The findings suggest that the avenue has reached an advanced stage of deterioration and requires priority intervention through a structural rehabilitation plan to restore its functionality and serviceability.

Keywords: Rigid pavement, pavement distresses, Pavement Condition Index (PCI), structural rehabilitation, pavement management.

1. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este artículo, se investigó sobre los métodos de evaluación de la condición superficial de vías conformadas por pavimento rígido. Se han realizado investigaciones donde se desarrolla esta metodología en función de una inspección visual que permite clasificar la intensidad de las fallas según la norma ASTM D6433-11.

Atocsa (2023). En su investigación delimitó el (PCI) en una muestra de pavimento rígido comprendida entre las avenidas Prado Alto y Núñez. Para este fin se realizó una investigación de tipo aplicado con nivel descriptivo y diseño no experimental. Mediante la observación en campo se identificaron los tipos de fallas y empleando el formato de exploración se cuantificaron. Finalmente, se encontró un índice de condición de pavimento (PCI) equivalente a 39.30, este valor indica que esta avenida se encuentra en un nivel de conservación regular.

Bustamante (2019). En su trabajo de grado determinó las condiciones actuales del pavimento rígido y analizó el estado en el que se encuentran; seleccionó 17 unidades de muestreo conformadas por la totalidad de la vía del Jr. Angamos. De acuerdo con las incidencias de las fallas observadas, concluyó con un resultado numérico de 57.61; esto correspondió a un estado de conservación bueno, según los parámetros de la norma ASTM D6433-24.

De la Cruz & Oriundo (2020). Desarrolló la metodología (PCI) en una muestra de 38 cuadras pertenecientes a la provincia de Ayacucho. En la mayoría de los casos, se encontró que el estado de la vía presenta una severidad media; los daños más frecuentes que se presentaron fueron grietas lineales y de esquina. Concluyendo que estas fallas son la pertinentes a un valor de (PCI) equivalente a 78.51, este índice numérico indica que el pavimento se encuentra en un estado de conservación muy bueno.

Actualmente, en el Perú, la red vecinal que forma parte del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) presenta deplorables condiciones de servicio. Esto se logra reconocer en la superficie de la capa de rodadura, donde se encuentran diversos tipos de fallas, como fisuras, despostillamiento de juntas y falla del sello de junta (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2024).

Esta situación refleja el nulo o carente mantenimiento preventivo que se realiza en la capa superficial. De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), una proporción significativa de la red vial nacional requiere intervenciones de conservación y mantenimiento para garantizar condiciones adecuadas de transitabilidad y seguridad vial.

Para conocer el estado funcional de una vía pavimentada y lograr diagnosticar las fallas que perjudiquen su ciclo de vida, se han establecido metodologías internacionales que

han definido criterios de evaluación. Los cuales evalúan el estado de conservación superficial y el nivel de serviciabilidad de una vía. (Menéndez, 2012) Uno de estos criterios es el (PCI), el cual comprende una metodología visual, de forma que se obtienen los resultados confiables del desgaste de la vía y la zona perjudicada en función de un rango de valores: muy malo, regular y muy bueno (ASTM International, 2024).

El desarrollo de la metodología (PCI), para las secciones de la vía ya definidas, exige precisión visual, personal entrenado y tiempo en campo. La veracidad se refleja en el registro de los datos iniciales (Andrade et al., 2021) No existe un juicio absoluto para el criterio de evaluación. En ocasiones se presentan diferencias por cada evaluador, esto significa que este tipo de valoración es subjetiva y dependiente del criterio de este (Andrade et al., 2021). Aun así, no se ha unificado un proceso universal para la valoración individual de todos los factores que participan en la evaluación, por este motivo, pueden existir disimilitudes entre los resultados (Norma Ecuatoriana Vial, 2013).

El estado de la capa de rodadura en la que se encuentra la avenida Confraternidad Internacional Este guarda relación con el cumplimiento de su tiempo de servicio. Este tópico es de suma importancia para la Municipalidad Provincial de Huaraz, que tiene como labor el cumplimiento de los proyectos de evaluación y mantenimiento de las avenidas principales.

El objetivo de este artículo fue determinar el nivel de serviciabilidad, el estado de conservación y las fallas existentes de una avenida constituida por pavimento rígido. Existen métodos internacionales que establecen estas condiciones, siendo uno de estos el (PCI), índice de condición de pavimentos. Este método se apoya en un procedimiento visual que ofrece resultados del deterioro de la vía y suministra información verídica de la severidad y área afectada (Rondón & Reyes, 2015).

Si bien diversos estudios han aplicado la metodología Pavement Condition Index (PCI) para evaluar el estado de conservación de pavimentos urbanos y carreteros en diferentes regiones del Perú y Latinoamérica, aún existe una limitada evidencia sobre la condición funcional de pavimentos rígidos en ciudades altoandinas sometidas a condiciones climáticas extremas y elevados gradientes térmicos, como ocurre en la ciudad de Huaraz. Esta carencia de información dificulta la priorización de intervenciones de mantenimiento y la toma de decisiones basada en evidencia técnica. En este contexto, la presente investigación contribuye con un diagnóstico actualizado de la condición superficial del pavimento rígido de una de las principales vías urbanas de la ciudad.

En la ciudad de Huaraz, la avenida Confraternidad Internacional Este ha sido afectada negativamente por las radiaciones solares, las lloviznas, la sobrecarga del alto tránsito vehicular y el cambio brusco de temperatura. Bajo esta perspectiva, este estudio tiene como

objetivo general la evaluación de la condición superficial del pavimento rígido de esta avenida mediante el método (PCI) analizando los dos carriles de ida y vuelta comprendidos desde la intersección del Jr. Diego Ferrer (0+000) hasta la intersección de la avenida Pedro Villón (0+720).

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de investigación

La investigación que se presenta comprende un estudio de tipo aplicado debido a que se pusieron en práctica los conocimientos existentes. Es de nivel descriptivo, con diseño no experimental y corte transversal; esto indica que el grado de severidad de las fallas superficiales del pavimento rígido de la avenida Confraternidad Internacional Este se observó en un periodo de tiempo específico.

2.2. Indicadores

Vásquez (2002) detalla los tipos de patologías halladas más a menudo en pavimentos rígidos (daño de sello de la junta, grieta de esquina, losa dividida, etc.) junto a sus niveles de severidad (high, medium y low). La escala de medición es nominal y ordinal, respectivamente.

2.3 Unidad de muestra

El área de estudio está comprendida por el pavimento rígido de la avenida Confraternidad Internacional Este en la ciudad de Huaraz, que incluye dos carriles de subida y dos carriles de bajada. Se encuentra delimitado por la intersección del jirón Diego Ferrer y la avenida Pedro Villón (0+000 – 0+720), el cual se subdividió en 14 cuadras que en total comprenden un total de 720 losas de concreto. La tabla N°1 muestra el resumen de las características de las unidades de muestra.

Tabla 1. Información del pavimento rígido y características de la muestra para determinar el PCI

Parámetro	Equivalencia
Tramo evaluado	720m - red vial nacional
Ancho de calzada	5.8 m
Área de unidad de muestra	14.5 m ²
Sección de losa	2.90x4
Número de losas	720

2.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

Para alcanzar el objetivo general, la técnica que se empleó fue la observación de forma directa; el instrumento que se empleó fue el formato de exploración proporcionado por American Society for Testing and Materials [ASTM]. Montejo (2014) indica que el instrumento debe facilitar la recolección de datos sobre el nivel de severidad, cantidad y tipos de fallas presentes en

la vía de tal manera que nos permita determinar el estado superficial en el que se encuentra el pavimento rígido.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es una medida numérica que varía entre 0 y 100, donde los valores más altos representan una mejor condición superficial. El PCI se determina a partir de la identificación de fallas, su severidad y extensión, siguiendo los procedimientos establecidos por ASTM D6433-24.

Matemáticamente se expresa mediante: $PCI = 100 - CDV$

donde: PCI = Índice de Condición del Pavimento.

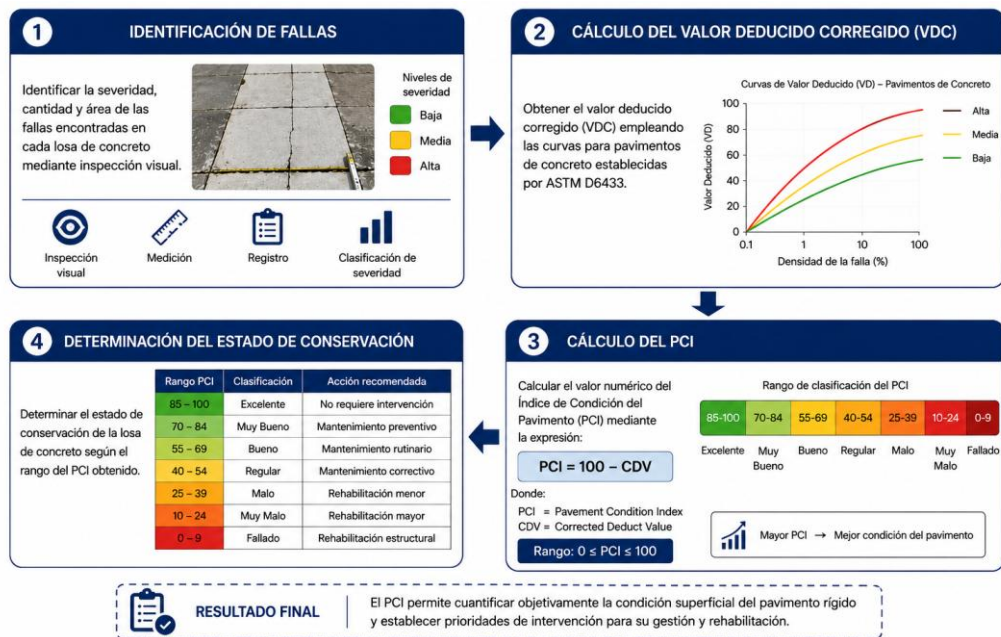
CDV = Valor Deducido Corregido (Corrected Deduct Value), obtenido a partir de las curvas de deterioro propuestas por ASTM para cada tipo de falla observada.

La clasificación del estado del pavimento se realiza según los rangos establecidos por la metodología PCI, que permiten categorizar la infraestructura vial desde condición excelente hasta condición fallida.

En base a las directivas establecidas por ASTM D6433-24 (ASTM International, 2024), indica como calcular el número de secciones (3 secciones de 240 metros), losas de concreto (120 losas por cada sección) y la unidad de estudio (6 unidades ASTM 20 ± 8 losas).

2.5 Mapa de procesos

Figura 1. Procedimiento para el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia basada en ASTM.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

Las fallas con mayor periodicidad que se encontraron en las 720 unidades de losas de concreto que conforman la avenida Confraternidad Internacional Este con una severidad alta fueron las siguientes: Grieta de durabilidad “D”, Escala, Descascaramiento de esquina, Descascaramiento de junto, Popouts, Parche grande

Los resultados del (PCI) de la avenida Confraternidad Internacional Este junto a su clasificación se muestran a continuación.

Tabla 2. Resultados del PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este - carril de subida

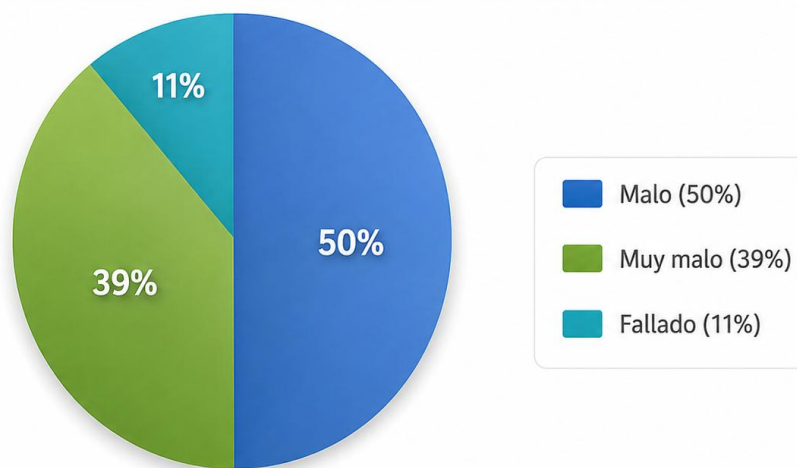
Unidad de muestreo	Nº de paños	PCI	Calificación
CS-1	20	26	Malo
CS-2	20	26	Malo
CS-3	20	14	Muy malo
CS-4	20	30	Malo
CS-5	20	15	Muy malo
CS-6	20	30	Malo
CS-7	20	30	Malo
CS-8	20	16	Muy malo
CS-9	20	28	Malo
CS-10	20	14	Muy malo
CS-11	20	27	Malo
CS-12	20	28	Malo
CS-13	20	9	Fallado
CS-14	20	29	Malo
CS-15	20	29	Malo
CS-16	20	15	Muy malo
CS-17	20	29	Malo
CS-18	20	16	Muy malo

Tabla 3. Resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para el carril de bajada

Unidad de muestreo	N° de paños	PCI	Calificación
CB-1	20	8	Fallado
CB-2	20	14	Muy malo
CB-3	20	15	Muy malo
CB-4	20	39	Malo
CB-5	20	38	Malo
CB-6	20	16	Muy malo
CB-7	20	16	Muy malo
CB-8	20	39	Malo
CB-9	20	9	Fallado
CB-10	20	35	Malo
CB-11	20	15	Muy malo
CB-12	20	14	Muy malo
CB-13	20	35	Malo
CB-14	20	8	Fallado
CB-15	20	36	Malo
CB-16	20	16	Muy malo
CB-17	20	16	Muy malo
CB-18	20	35	Malo

El (PCI) para el carril de subida fue 23 y para el carril de bajada fue 22; el resultado para ambos casos fue un estado de conservación “muy malo”, acercándose a una condición fallada. La figura 2. muestra los resultados en forma porcentual dejando como evidencia que la mitad de las losas se encuentran en un estado de conservación malo.

Figura 2. Distribución porcentual del estado de conservación del pavimento en la avenida Confraternidad Internacional Este (n=720 losas).



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo.

3.2 Discusión

Los resultados (PCI) demuestran que la capa de rodadura del pavimento rígido de la avenida Confraternidad Internacional Este presenta un estado de conservación desfavorable, con valores promedio de PCI de 23 para el carril de subida y 22 para el carril de bajada, recibiendo una clasificación de “muy malo”, con una tendencia próxima a la categoría fallada. Estos resultados dejan como evidencia un alto nivel de deterioro del pavimento que compromete la serviciabilidad y funcionalidad de la avenida. (Massa et al., 2023)

Los resultados obtenidos evidencian una condición superficial deficiente del pavimento evaluado, con valores PCI promedio de 23 y 22 para los carriles analizados, clasificándose dentro de la categoría “muy malo” según ASTM D6433-24. Estos resultados son consistentes con investigaciones realizadas en otras ciudades latinoamericanas, donde pavimentos rígidos sometidos a elevados volúmenes de tránsito y mantenimiento insuficiente presentan niveles similares de deterioro superficial. Andrade et al. (2021) reportaron que la acumulación progresiva de fallas superficiales reduce significativamente los valores PCI y acelera la necesidad de intervenciones de rehabilitación. Desde una perspectiva técnica, los resultados obtenidos sugieren que las estrategias de mantenimiento correctivo aplicadas en el tramo evaluado han sido insuficientes para detener el avance del deterioro, por lo que se recomienda priorizar acciones de rehabilitación estructural y programas sistemáticos de gestión de pavimentos basados en indicadores objetivos de desempeño.

Realizando una comparativa con estudios realizados previamente, Atoccsa (2023) obtuvo un valor de PCI de 39.30, pertinente a un estado “regular”, y Bustamante (2019) determinó un valor de 57.61, que se clasifica como un estado bueno. Los resultados del presente estudio son significativamente inferiores. Esta diferencia es causada por factores como el incremento del tránsito vehicular, condiciones climáticas adversas propias de la ciudad de Huaraz y la ausencia de mantenimiento preventivo.

Desde una perspectiva de gestión de infraestructura vial, los resultados obtenidos evidencian la necesidad de implementar programas de mantenimiento preventivo basados en indicadores de desempeño. La rehabilitación temprana de pavimentos con índices PCI inferiores a 40 permite reducir significativamente los costos de intervención futura y prolongar la vida útil de la infraestructura vial.

Adicionalmente, los daños abundantes identificados como descascaramiento de junta y esquina, popouts, grieta “D” y parche grande demuestran el deterioro del pavimento rígido. Rai y Yadav (2025) mencionan que estas fallas están directamente relacionadas con la mala calidad de los materiales empleados en la construcción del pavimento, sistema de drenaje inadecuado, incremento del volumen de tráfico, deficiencias en el sellado de juntas y defectos en la calidad de materiales.

Los resultados porcentuales demuestran que el 50% de las unidades evaluadas se encuentran en estado “malo”, el 39% en estado “muy malo” y el 11% en estado “fallado”, lo cual reafirma la existencia de una tendencia generalizada de todo el deterioro en las losas de concreto. Estos resultados dejan como evidencia la falta de mantenimiento rutinario, ya que el deterioro progresivo alcanzó niveles que requieren acciones de rehabilitación estructural en toda la capa de rodadura.

No obstante, el desarrollo de la metodología (PCI) deja como evidencia que es una herramienta eficiente para diagnosticar el estado superficial del pavimento; sin embargo, como lo señalan Andrade et al. (2021), ese método presenta cierto grado de subjetividad debido a la dependencia de la perspectiva del evaluador durante la inspección visual. A pesar de ello, los resultados obtenidos son consistentes con la realidad observada en campo, lo cual valida la confiabilidad del procedimiento empleado.

4. CONCLUSIONES

El desarrollo del PCI evidenció que la avenida Confraternidad Internacional Este (0+000 – 0+720) presenta un estado de conservación deficiente, clasificándose en una condición "muy mala", próxima al estado fallado según la metodología PCI. Esto refleja la limitada implementación de programas de mantenimiento preventivo durante su ciclo de vida.

El estado actual de la avenida requiere con urgencia medidas de rehabilitación estructural, se recomienda implementar un plan de intervención para reemplazar las losas deterioradas y rehacer el sellado de juntas.

Para un correcto desarrollo de la gestión vial, estos hallazgos resaltan la importancia de poner en práctica las estrategias de mantenimiento preventivo, complementándose con otros métodos de evaluación como el índice de rugosidad internacional (IRI) y el índice de serviciabilidad presente (PSI), esto con el propósito de priorizar los recursos del Estado peruano y evitar el incremento de los costos de rehabilitación.

FINANCIACIÓN Los autores NO recibieron financiamiento para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

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:

	Coral José	Ramírez Raul	Espiritu Elvis	Mejía Elencio	Castillejo Raul
Participar activamente en:					
Conceptualización	X	X		X	
Análisis formal	X		X		X
Adquisición de fondos	X	X		X	
Investigación	X		X		X
Metodología	X	X		X	
Administración del proyecto	X	X	X	X	X
Recursos	X	X			
Redacción –borrador original	X		X		
Redacción –revisión y edición	X			X	
La discusión de los resultados	X	X	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X		X		X

REFERENCIAS

- ASTM International. (2024). *ASTM D6433-24: Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D6433-24>
- Andrade, A., Castillo, G., & Chacater, C. (2021). Efectos de la variabilidad de los datos iniciales en el índice de condición del pavimento y predicción de su deterioro. *Novasinerгия*, 4(1), 102–114. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.06>
- Atoccca Cruz, R. (2023). *Evaluación superficial del pavimento rígido empleando la metodología PCI en la avenida Núñez del distrito de Abancay* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://hdl.handle.net/20.500.14512/803>
- Bustamante Ruitón, E. (2019). *Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci – Cajamarca 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3094>
- De la Cruz Espinoza, J. L., & Oriundo Núñez, F. G. (2020). *Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), en las calles del distrito Jesús Nazareno – Huamanga – Ayacucho* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58010>
- Massa Palacios, L. A., Murga Tirado, C. E., Olivera Chura, A., & Huamán Contreras, A. K. Y. (2023). Ciclo de vida del pavimento orientado a su agrietamiento y mantenimiento. *Llamkasun*, 4(1), 34–39. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.117>
- Menéndez, J. (2012). *Ingeniería de pavimentos: Materiales, diseño y conservación* (3.^a ed.). Fondo Editorial ICG.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2025). *Anuario Estadístico 2024*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/6875581-anuario-estadistico-2024>
- Montejo Fonseca, A. (2014). *Ingeniería de pavimentos I: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. Universidad Católica de Colombia.
- Norma Ecuatoriana Vial. (2013). *Conservación vial*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf
- Rai, S., & Yadav, R. (2025). Reparación y rehabilitación de pavimentos rígidos: Un estudio de caso. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 13(1), 130–138. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.66220>
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. Macro EIRL.
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras* [Archivo PDF]. <https://sinavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-pci1.pdf>