



Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central

Maintenance management from km 500 to 505,2 of the Central Highway

Marley Santana Aparicio¹

<https://orcid.org/0009-0003-5318-2602>

Aymet Machado Jácome²

<https://orcid.org/0000-0002-9639-3018>

¹Empresa Agroindustrial Azucarera Ciro Redondo García, Ciego de Ávila, Cuba

²Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba

marleysantanaaparicio@gmail.com aymet@unica.cu

Recibido: 2024/12/16 Aceptado: 2025/04/15 Publicado: 2025/05/11

Resumen

Introducción: Es indispensable contar con infraestructuras de carreteras que aseguren una circulación segura, cómoda y fluida. Sin embargo, con el tiempo y el uso constante, estas vías pueden sufrir deterioros y causar problemas significativos para los usuarios. El vial comprendido desde el km 500 hasta el km 505,2, en la Provincia de Ciego de Ávila, no dispone de buenas condiciones de funcionamiento, ya que presenta varios deterioros, ocasionando problemas de seguridad vial.

Objetivo: Elaborar un plan de mantenimiento para conservar el vial. **Métodos:** Se implementa el Método de Índice de Condición del Pavimento (PCI), determinando los componentes que dañan la infraestructura y el Índice de deterioro. **Resultados:** Se identifican como principales lesiones, deterioro de borde, bacheo, piel de cocodrilo, fisuras finas, transversales y longitudinales, clasificándose la vía como mala, por lo que se propone un plan de mantenimiento atendiendo a las intervenciones que se deben ejecutar lo antes posible para evitar que estos deterioros aumenten.

Conclusión: Se comprueba que la sección analizada no cumple con sus funciones principales de brindar comodidad y seguridad a los usuarios, mostrando una deficiencia en los componentes de la infraestructura vial.

Palabras clave: deterioro; mantenimiento; pavimento

e8722

Cite este artículo como:

Santana Aparicio, M., y Machado Jácome, A., (2025). Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8722.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8722>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15345622>



Abstract

Introduction: It is essential to have road infrastructure that ensures safe, comfortable and fluid circulation. However, over time and constant use, these pathways can deteriorate and cause significant problems for users. The road from km 500 to km 505,2, in the Province of Ciego de Avila, does not have good operating conditions, since it has several deteriorations, causing road safety problems.

Objective: Develop a maintenance plan to preserve the road. **Methods:** The Pavement Condition Index Method (PCI) is implemented, determining the components that damage the infrastructure and the deterioration index. **Results:** The main injuries are identified as edge deterioration, potholes, crocodile skin, fine, transverse and longitudinal cracks, classifying the road as poor, so a maintenance plan is proposed taking into account the interventions that must be carried out as soon as possible to prevent these deteriorations from increasing. **Conclusion:** It is proven that the analyzed section does not fulfill its main functions of providing comfort and safety to users, showing a deficiency in the components of the road infrastructure.

Keywords: deterioration; maintenance; pavement

Introducción

El medio de comunicación más antiguo utilizado por los seres humanos ha sido el terrestre, a través del cual se logra una mejor conexión entre pueblos y ciudades, por lo que ha llegado a convertirse en uno de los principales ejes de comunicación a nivel global. Es así que hoy en día, el progreso de un país se ve reflejado principalmente en el desarrollo y estado de la conservación de su infraestructura (Simón, 2020).

Es indispensable contar infraestructuras de carreteras que aseguren una circulación segura, cómoda y fluida. Para ello, el pavimento, elemento componente fundamental de esta obra vial, debe mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento (González *et al.*, 2019).

Para mantener el sistema vial en óptimas condiciones de uso, es necesario tomar en cuenta múltiples factores. A pesar del impacto potencial que genera en la

e8722

Cite este artículo como:

Santana Aparicio, M., y Machado Jácome, A., (2025). Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8722.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8722>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15345622>



sociedad y la economía del país, contar con ejes viales de calidad, persisten insuficiencias en el tratamiento y selección de la técnica de mantenimiento a aplicar, según las características y condiciones del pavimento (Moreno, 2020).

El proceso de evolución del deterioro de los pavimentos es un fenómeno complejo que depende de varios factores tanto pasivos, (materiales usados, espesuras de las capas, calidad de la construcción) y los factores activos (tráfico, agentes climáticos). Estos últimos son los principales responsables del proceso de degradación de los pavimentos (Branco F. Y., 2011).

La gestión de la infraestructura vial es una disciplina de la ingeniería civil que permite diagnosticar, evaluar, planificar y programar objetivamente el mantenimiento de los activos viales en toda su vida útil, optimizando el uso de los recursos disponibles. (De Solminihac, 2019).

Las obras de conservación vial se realizan para subsanar los deterioros progresivos y normales originados por la explotación de la vía o la acción de otros agentes (la naturaleza, el hombre). Su objetivo es mantener la vía en estado semejante al que fue construida, sin modificaciones sustanciales del diseño original de la obra. Por su complejidad se dividen en obras de reparación y de mantenimiento (NC:159, 2002).

Es importante destacar que el 82.0 % de las vías de interés nacional tienen más de 50 años de explotación y fueron diseñadas para la circulación de otro tipo de vehículos, con diferentes características a los que hoy lo hacen y la infraestructura no ha sido adecuada a ellos, por lo que posee algunos tramos donde el pavimento no se encuentra en buen estado (Machado, 2023).

El vial objeto de análisis está ubicado en Gaspar, municipio de Baraguá, específicamente desde el km 500 hasta el km 505,2 de la Carretera Central, en el sub tramo desde Ciego de Ávila hasta Lím. C/ Camagüey. Este presenta un pavimento flexible; cuyo mantenimiento debe realizarse en un período no mayor de 10 años, pero, se ha determinado que es uno de los tramos de Carretera Central de dos carriles de interés nacional de mayor peligrosidad en el territorio, ya que el estado de la infraestructura no es el adecuado, pues el financiamiento ha dependido

e8722

Cite este artículo como:

Santana Aparicio, M., y Machado Jácome, A., (2025). Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8722.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8722>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15345622>



fundamentalmente de las posibilidades reales más que de las necesidades y con más de 20 años de explotación, la vía ha experimentado la influencia de varios factores, ocasionando deterioros en el estado de la calzada, los paseos, los elementos de drenaje longitudinal y transversal, los niveles de señalización son bajos y en mal estado, todo esto influyendo en la vida útil de la estructura, comodidad del tránsito y problemas de seguridad vial, por lo que se propone la elaboración de un plan de mantenimiento para la conservación del mismo.

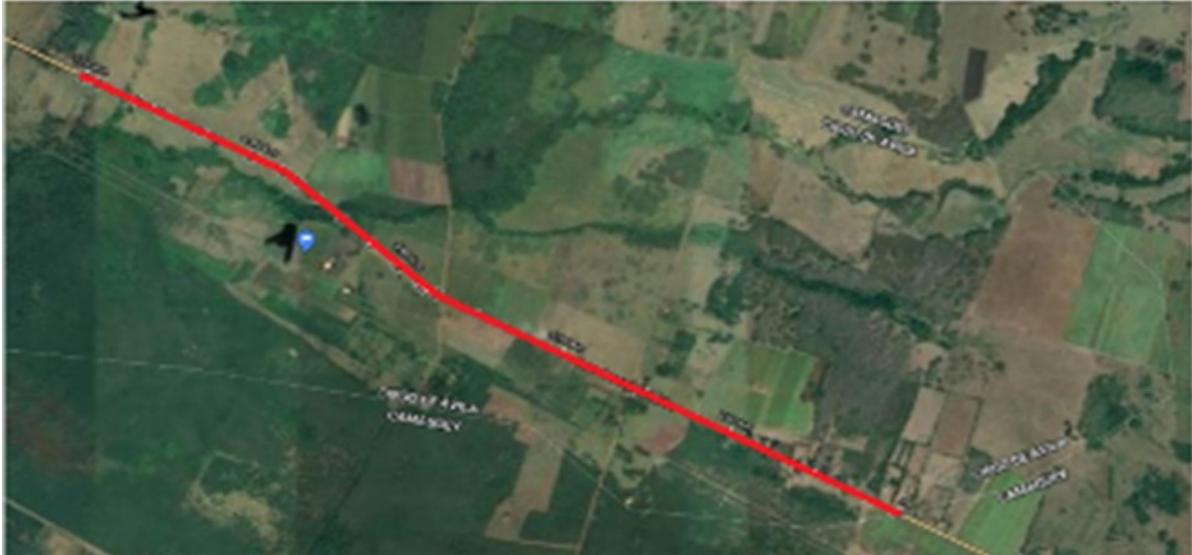
Materiales y Métodos

En la investigación se utilizó el Método ASTM D 6433-99 o Índice de Condición del Pavimento (PCI). Este es un grado numérico de evaluación superficial de la vía, que se obtiene observando y midiendo el área dañada, reconociendo el tipo de deterioro en función de su densidad afectada y severidad mediante los niveles: Baja (L), media (M) y alta (H). Se utilizan hojas de inspección, catálogo de fallas como referencia y su desarrollo es mediante inspección visual, no se emplean equipos de auscultación. Los datos obtenidos se analizan en gabinete para la obtención del PCI por muestra, determinando el grado numérico para definir el estado del pavimento (Medina, 2021).

El vial se encuentra ubicado en Gaspar, municipio de Baraguá, entre la provincia de Ciego de Ávila y los límites con Camagüey (ver figura 1). Es una vía que presenta un alto índice de deterioro y accidentalidad, debido a los años de explotación y la falta de mantenimiento que posee.

Figura 1

Macrolocalización del tramo de estudio



Presenta un pavimento flexible con superficie de hormigón asfáltico en caliente, con textura fina y regularidad buena. Los paseos, de Material Rocoso con 2 m de ancho. Cuenta con las características geométricas siguientes: 2 carriles de circulación de 3,15 metros cada uno, con un ancho de calzada de 6,30 metros. También cuenta con siete Obras de Fábricas: un puente y seis alcantarillas. La velocidad de operación es de 90 kilómetros/hora y un Promedio Anual de Intensidad Diaria de Tránsito (PAIDT) de 796 vehículos.

Metodología ASTM D 6433-99 o PCI

El Índice de Condición de Pavimento es una metodología sencilla de comprender que permite una evaluación fácil y precisa del estado de conservación de las carreteras. A continuación, se enumeran los pasos a seguir en la metodología de la condición del pavimento:

1. Trabajo de campo
2. División del pavimento en unidades de muestra.
3. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación.
4. Selección de unidades de muestreo adicionales.
5. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.
6. Cálculo del PCI de una sección de pavimento.



No todas las unidades de muestra requieren tener el mismo tamaño de muestra, pero deben tener similares patrones para asegurar la exactitud en el cálculo del PCI (Cárdenas, 2023).

Para evaluar la condición del pavimento se relaciona los Intervalos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa (Rondón, 2020)

<u>Intervalos</u>	<u>Clasificación</u>
100-85	Excelente
85-70	Muy Bien
70-55	Bien
55-40	Regular
40-25	Mal
25-10	Muy Mal
10-0	Fallado

Resultados y Discusión

Análisis de los deterioros del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central

La investigación se desarrolló a ambos lados del eje central de la vía en el tramo comprendido desde el 500 km – 505.2 km de la carretera central. Al determinar el número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento se analiza el vial en los dos carriles de circulación para un ancho de carril de 3,15 m y una calzada de 6.30 m el paseo de 1.50 m, determinando que se utilizarán 15 unidades de muestra, cada unidad de muestra tiene iguales dimensiones proporcionando un área de 3345.3 m². El intervalo de muestra se realizará cada 9 unidades. La inspección visual llevada a cabo para el levantamiento de los daños manifestados en el tramo estudiado, arrojó la determinación de su severidad y extensión en cada unidad de muestra.

En la figura 2 se muestran los 14 deterioros que se identificaron, donde los de mayor influencia son por mala ejecución de construcción y/o reparación; las fisuras finas y la red de grietas. Sin embargo, las mayores afectaciones son producto a las fisuras con un alto índice de incidencia.

Figura 1

e8722

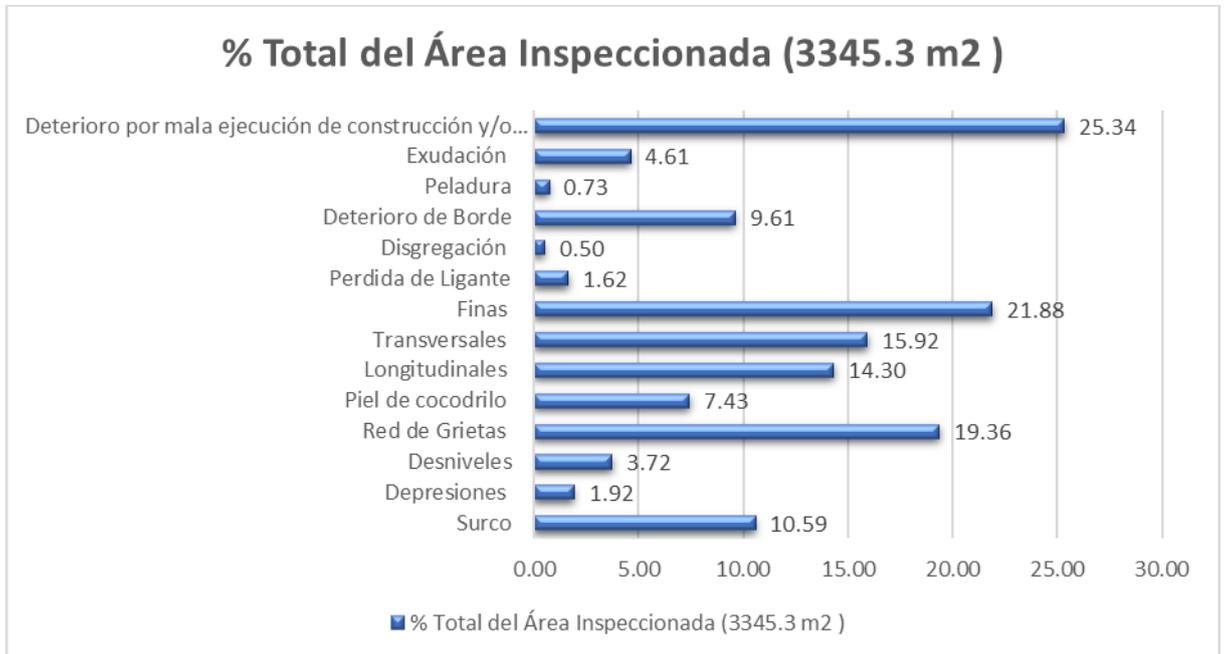
Cite este artículo como:

Santana Aparicio, M., y Machado Jácome, A., (2025). Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8722.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8722>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15345622>

Porcentaje de deterioros en el área inspeccionada



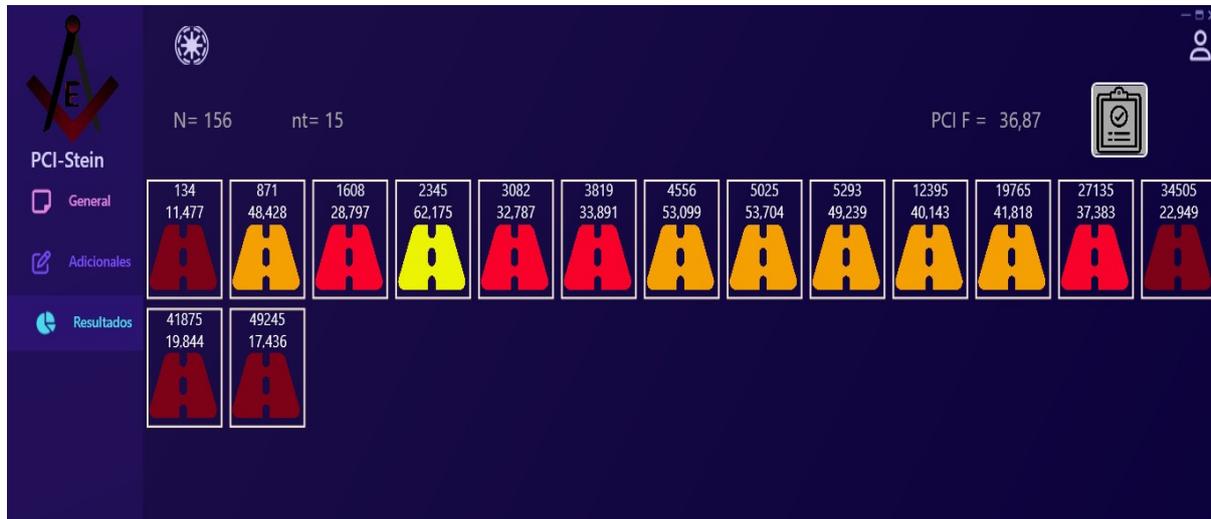
Nota. Fuente. Elaboración Propia

Análisis de los deterioros de la Carretera Central del km 500 al 505,2 por la Metodología ASTM D 6433-99 o PCI; utilizando el software PCI-STEIN

Una vez contabilizados los deterioros en las unidades de muestreo evaluadas quedó evidenciado que la mayor cantidad de daños en la vía pueden deberse a fallos estructurales debido a las cargas repetidas de tráfico. En la inspección visual a la carretera se evaluaron un total de 15 unidades de muestreo, donde se pudo determinar un Índice de Condición de Pavimento general en la vía de 36.87, como se observa en la figura 3, siendo clasificado como Malo.

Figura 3

Ventana Resultados con las unidades de muestreo ordenadas y el PCI calculado



Se determinó como áreas en mal estado las unidades 1, 13,14 y 15, en estado regular las unidades 2,3,5,6, 7, 8, 9,10,11 y 12, en estado bueno la sección 4; por lo que se propone para detener el progresivo deterioro de la superficie del pavimento y recuperar el valor de uso del vial, una repavimentación para las áreas afectadas, que no es más que el proceso de renovar y mejorar la capa superficial del pavimento mediante la aplicación de una nueva capa asfáltica o concreto. Este procedimiento busca corregir los daños, para mejorar la calidad, seguridad y durabilidad de la superficie.

Plan de Mantenimiento

El mantenimiento ha tomado diferentes bases de aplicación sostenidas de metodologías relacionadas con el desempeño del activo, combinando y fomentando el uso de la tecnología en la aplicación de tareas a realizar llevadas a cabo dentro del plan, contemplando las diferentes problemáticas que se puedan presentar tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo (León, 2023).

Para solucionar los problemas detectados, se elaboró este plan de mantenimiento, el cual es correctivo, ya que según (Huamaní, 2022) ,el mismo se realiza cuando ocurre las fallas y deterioros de las vías,por ende es localizar los problemas y así repararlos, en el cual se clarifican. Este requiere de personal especializado, necesita un volumen más grande de recursos, emplea material y

e8722

Cite este artículo como:

Santana Aparicio, M., y Machado Jácome, A., (2025). Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8722.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8722>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15345622>



equipos especiales, se realiza en áreas amplias, este tipo de mantenimiento a diferencia del preventivo minimiza la recurrencia del deterioro, mejorando el confort para un período de tiempo mediano.

Tabla 1

Plan de Mantenimiento para el vial comprendido del km 500 hasta el km 505,2 de la Carretera Central

Deficiencias	Acciones
PAVIMENTO FLEXIBLE	
Calzada. Superficie de rodadura.	
Fisuras finas, longitudinales y transversales	Sellado asfáltico, previo mantenimiento de daños puntuales como fisuras y grietas, manteniendo el bombeo del 2 % y en curvas los peraltes en este caso que se cuentan con máximo del 10 %.
Grietas por fatigamiento o piel de cocodrilo	Sellado asfáltico, previo mantenimiento de daños puntuales como fisuras y grietas, manteniendo el bombeo del 2 % y en curvas los peraltes en este caso que se cuentan con máximo del 10 %.
Baches	Bacheo profundo que consiste en excavar hoyos en todo el espesor de la base y a mayor profundidad si la falla afectase a otras capas reemplazar los materiales excavados, compactar, imprimir con asfalto y colocar el pavimento de concreto asfáltico en el área de los baches.
Pérdida de ligante	Aplicar selladores bituminosos para restaurar la adherencia entre los agregados y el ligante. Utilizar emulsiones asfálticas o selladores de polímeros para mejorar la durabilidad y resistencia el pavimento.
Deterioro de borde	Colocar una nueva capa de mezcla asfáltica en los bordes deteriorados para restaurar la superficie y asegurarse de que esté bien compactada para evitar futuros problemas.



Peladura	Fresar la capa superficial dañada y rellenar con una nueva capa de mezcla asfáltica y asegurarse de que esté bien compactada para evitar futuros problemas.
Disgregación	Fresar las áreas gravemente disgregadas y rellenar con una nueva capa de mezcla asfáltica.
Surco o rodera	Fresar para eliminar la capa superior del pavimento afectado y aplicar una nueva capa de mezcla asfáltica sobre esta superficie fresada.
Depresiones	Rellenar con material adecuado, como mezcla asfáltica o concreto y compactar para asegurar una superficie uniforme. Aplicar una nueva capa de pavimento sobre esta superficie.
Exudación	Si la exudación es severa y afecta grandes áreas, es posible que se necesite fresar la capa superficial del pavimento para remover el exceso de ligante, después, aplicar una nueva capa de mezcla asfáltica correctamente dosificada y compactada.
Red de grietas	Fresar las áreas gravemente afectadas, rellenar con mezcla asfáltica y compactar adecuadamente para asegurar una superficie uniforme. Si las redes de grietas son extensas y profundas, considerar la rehabilitación del pavimento, que puede incluir la reconstrucción de la base y la aplicación de una nueva capa de pavimento. Utilizar técnicas como el reciclaje en frío o el fresado y reciclaje en caliente para restaurar la integridad del pavimento.
Deterioro por mala ejecución de construcción y/o reparación	Remover la capa superficial dañada mediante fresado y aplicar una nueva capa de mezcla asfáltica correctamente dosificada y compactada. Si se detectan problemas en la base del pavimento, repararla o reforzarla para proporcionar un soporte adecuado a la nueva capa



	del pavimento.
PAVIMENTO RÍGIDO	
Fisuras longitudinales y transversales	Sellado de fisuras con materiales epóxicos o selladores de silicona para evitar la infiltración de agua.
Desportillamiento de esquinas	Reparación de esquinas con mortero de reparación de alta resistencia y sellado de juntas.
Drenaje	
Alcantarillas obstruidas con maleza	Realizar la limpieza de las alcantarillas para que no se empoce el agua.
Cunetas obstaculizadas con maleza.	Realizar apertura, reapertura y limpieza de cunetas.
Señalización horizontal	
Líneas divisoras de carril de la vía borradas en un 95 %	Pintar la señalización horizontal con materiales necesarios como pinturas pigmentadas y microfibras.
Paseos	
No se encuentran a todo lo largo de la vía, los que existen están en mal estado.	Realizar recrecimiento
Existen desniveles en relación a la calzada	Realizar construcción y mantenimiento donde se requiera, ubicándolos al mismo nivel del borde de la calzada.

Nota. Fuente. Confección propia



Investigaciones como las de (Baque, 2020) destaca que los factores de daños en pavimentos son las cargas de tránsito y los cambios de temperatura que inciden en la generación de grietas. También, (Betanzo, 2008) concluye que una adecuada visión normativa puede orientar un uso más racional de las infraestructuras y prevenir daños en pavimentos. Por otro lado, (Tobar, 2024) demuestra que un aumento en la inversión en la infraestructura es directamente proporcional a un mayor crecimiento económico, esto debido a que las carreteras bien mantenidas son eficientes, facilitando el transporte, reduciendo los costos logísticos y aumentando la oportunidad en la distribución de productos, lo que estimula la actividad económica y mejora la productividad.

Conclusiones

Se concluye que mediante la aplicación del método de PCI se logró determinar que la Carretera Central del km 500 al km 505,2 presenta 14 tipos de fallas en las 15 unidades de muestras analizadas, donde la más representativa corresponde a la familia de las fisuras.

Se determinó que tiene un PCI de 36.87 lo que significa que tiene una condición mala, por lo que la sección analizada no cumple con sus funciones principales de brindar comodidad y seguridad a los usuarios.

Para solucionar los problemas detectados se confeccionó un plan de mantenimiento para el vial, atendiendo a las intervenciones que se debe accionar lo antes posible para evitar que los deterioros se generalicen y surjan otros.

Referencias Bibliográficas

- Baque, S. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II). *Dominio de las Ciencias*, 6(II), 203-228.
- Betanzo, E. y Zabala, R. (2008). El mantenimiento de pavimentos en vialidades urbanas: El caso de la zona Metropolitana de Querétaro (México). *Ingeniería*, 12(2), 67-75.
- Branco, F. Y. (2011). Pavimentos Rodoviários. Portugal: Almedina.



- Cárdenas, C. (03 de 08 de 2023). Herramientas tecnológicas de evaluación de fallas en la superficie de pavimento flexible, una revisión sistemática. *LLamkasun*, 4(2), 10-23.
- De Solminihac, H. y. (2019). Gestión de infraestructura vial. Alfaomega.
- González, H., Ruiz, P. y Guerrero, D. (2019). Propuesta de Metodología para la evaluación de Pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). *Ciencia en su PC*, 1(4), 58-71.
- Huamaní, J. R. (26 de 10 de 2022). Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 1876-1896.
- León, J. y Martínez, G. (2023). Desarrollo de un plan de mantenimiento vehicular apoyado por un sistema de gestión asistido por ordenador. *Información Tecnológica*, 35(1), 23-32.
- Machado, A. (2023). Diagnóstico de la gestión vial en la provincia de Ciego de Ávila. *Universidad & ciencia*, 12(3), 66-80.
- Medina, C. O. (2021). Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de servicialidad de pavimentos. *ITECKNE*, 18(2), 170-175.
- Moreno, L. (2020). Sistema para la recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 13(11), 205-216.
- NC:159. (2002). Carreteras. Obras de conservación vial. Reparación corriente a las vías pavimentadas. La Habana.
- Rondón, H. y Reyes, F. (2020). Pavimentos, Materiales, Construcción y Diseño. Librería ingeniero.
- Simón, B. (2020). Evaluación del estado del Pavimento Flexible mediante el método del PCI de la carretera Puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manatí. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 203-228.
- Tobar, C. (2024). Impacto de la Inversión en Infraestructura Vial sobre el crecimiento del Departamento de Nariño, Colombia. *Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1254-1274.



Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.

Cite este artículo como:

Santana Aparicio, M., y Machado Jácome, A., (2025). Gestión de mantenimiento del km 500 al km 505,2 de la Carretera Central. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8722.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8722>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15345622>