



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO DE INVESTIGACIÓN**

**Evaluación de fallas en el pavimento flexible  
aplicando la metodología PCI, en avenida  
Chiclayo, distrito José Leonardo Ortiz**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN  
INGENIERÍA CIVIL**

**Autor(es)**

Salazar Acuña Luis Enrique

<https://orcid.org/0000-0002-8722-3973>

Chicoma Siancas Fabricio

<https://orcid.org/0000-0002-7220-4462>

**Asesor**

Mgtr. Rodríguez Lafitte Ernesto Dante

<https://orcid.org/0000-0003-2834-5097>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y  
la Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales,  
Diseño e Infraestructura**

**Pimentel – Perú**

**2024**

### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, somos **CHICOMA SIANCAS FABRICIO JESÚS y SALAZAR ACUÑA LUIS ENRIQUE**, egresados del Programa de Estudios de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

#### **EVALUACIÓN DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA METODOLOGÍA PCI, EN LA AVENIDA CHICLAYO, JOSE LEONARDO ORTIZ**

El texto de nuestro trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Chicoma Siancas, Fabricio	DNI: 71484621	
Salazar Acuña, Luis Enrique	DNI: 75063521	

Pimentel, 26 de agosto de 2024

PAPER NAME

AUTHOR

**Evaluación de fallas en el pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en avenida Chiclayo, distrito José Leonardo Ortiz**

-

---

WORD COUNT

**3730 Words**

CHARACTER COUNT

**19876 Characters**

PAGE COUNT

**16 Pages**

FILE SIZE

**23.5KB**

SUBMISSION DATE

**Aug 27, 2024 12:39 AM GMT-5**

REPORT DATE

**Aug 27, 2024 12:39 AM GMT-5**

---

● **12% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 11% Internet database
- 4% Submitted Works database
- 0% Publications database

## **Dedicatoria**

Gracias a mis padres, quienes me han apoyado desde el principio no solo moral y económicamente, sino también con sus valores, consejos y motivación para brindarme profesionales que día a día sirvan al país. Gracias a mis abuelos (nombres de tus abuelos), quienes fueron las personas más cariñosas después de mis padres. Gracias a mi alma mater, la Universidad de Sipán, por los conocimientos y valores que enseña en las aulas.

*Chicoma Siancas Fabricio Jesús*

Gracias Dios por darme vida, estar conmigo en cada paso que doy, fortalecer mi corazón, iluminar mi mente y poner en mi camino a todos aquellos que me han apoyado y seguido a lo largo de mi vida. A mis padres Delicia y Marcelo, por apoyarme siempre, por los consejos, valores y motivación que me dieron para ser una buena persona, por su ejemplo de perseverancia que siempre me inspira, y, sobre todo, por su amor incondicional. Agradezco a mis profesores por su apoyo, motivación y promoción del desarrollo de mi formación profesional. Dedicado a mi alma mater, la Universidad Señor de Sipán, tuve una amplia formación en sus clases.

*Salazar Acuña Luis Enrique*

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de este trabajo. En primer lugar, agradezco a mis profesores, quienes, con su dedicación, conocimiento y paciencia, me guiaron a lo largo de este proceso. Su apoyo ha sido fundamental para que pudiera superar los desafíos y culminar este proyecto con éxito. A mi familia, por su incondicional apoyo y confianza en mí. Gracias por estar siempre a mi lado, brindándome el ánimo necesario para seguir adelante. Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que han sido una fuente de inspiración y motivación a lo largo de mi vida académica. Sin su influencia, este logro no habría sido posible

*Chicoma Siancas Fabricio Jesús*

Agradecemos a Dios, en primer lugar, por guiarnos y darnos la fuerza para superar las dificultades y seguir adelante. Nos gustaría agradecer a nuestras familias por su constante comprensión, aliento y apoyo incondicional durante nuestra educación académica. Gracias a todos aquellos que de una forma u otra nos inspiran a seguir siempre nuestro objetivo.

*Salazar Acuña Luis Enrique*

## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.3. HIPÓTESIS .....	13
1.4. OBJETIVOS .....	13
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	13
1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO .....	13
1.5. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	14
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	15
2.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	15
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	16
2.3. VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN .....	16
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	16
III. RESULTADOS .....	16
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	22
4.1. DISCUSIÓN .....	22
4.2. CONCLUSIONES .....	22
REFERENCIAS .....	23
ANEXO .....	25

## Resumen

Uno de los grandes problemas que tiene el país, y dando énfasis en el distrito de Chiclayo, es el pésimo estado que tiene sus pavimentos, esto que la mayoría de las vías se pueden apreciar a simple vista las diferentes fallas que las afectan.

La investigación tuvo el objetivo de evaluar la superficie de los pavimentos mediante el uso del método PCI, justificándose en el hecho de conocer cuáles son los tipos de fallas más habituales en la vía y esto representa el inicio para las autoridades puedan adoptar medidas que permitan prevenirlas.

La investigación fue de tipo descriptiva, esto debido a que describe un proceso en el cual se va a identificar las fallas frecuentes dentro de la carpeta asfáltica.

Se logró obtener un valor de PCI de 57, situándolo en una zona optima de recuperación, dando a indicar que se requiere una intervención inmediata para prevenir daños futuros.

**Palabras Claves:** Método de índice de condición del pavimento, carpeta asfáltica, pavimento flexible, fallas en el pavimento.

## **Abstract**

One of the great problems that the country has, with emphasis on the district of Chiclayo, is the poor condition of its pavements, since most of the roads can be seen at a glance the different faults that affect them.

The research had the objective of evaluating the surface of the pavements through the use of the PCI method, justifying itself in the fact of knowing which are the most common types of failures in the road and this represents the beginning for the authorities to be able to adopt measures that allow preventing them.

The research was descriptive, since it describes a process to identify the frequent failures in the asphalt layer.

A PCI value of 57 was obtained, placing it in an optimum recovery zone, indicating that immediate intervention is required to prevent future damage.

**Key words:** Pavement condition index method, asphalt pavement, flexible pavement, pavement, failure.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática

El pavimento flexible, es uno de los tipos más utilizados dentro de la construcción de carreteras y vías urbanas, siendo su composición principalmente por capas de materiales granulares y una capa de asfalto. Sin embargo, es apreciado por su capacidad para soportar diversas cargas de tráfico y su facilidad de mantenimiento, presentando una serie de problemas que pueden afectar tanto su durabilidad como su seguridad. [1] a la vez, son esenciales para los sistemas de transporte, pero su construcción y mantenimiento implican costos elevados. Por ello, es fundamental analizar los factores que aceleran su deterioro y cómo estos impactan negativamente a la sociedad. Factores climáticos, como la temperatura y las precipitaciones, influyen de manera considerable en la calidad y durabilidad de las vías. [2]

Por otro lado, [3] mencionaba que el pavimento necesita mantenimiento desde el comienzo de su vida útil, y la estrategia de conservación se basa principalmente en los indicadores de calidad del pavimento, como la tasa de daño vial. Como resultado, la detección de peligros suele ser costosa y compleja, lo que da como resultado superficies de carreteras inadecuadas. Las estrategias de detección de problemas pueden conducir a un uso ineficiente de los presupuestos viales, por lo que la estrategia de detección visual de grietas que proporciona un índice de condición del pavimento (PCI) para una ubicación de pavimento determinada.

Mientras tanto, el uso de este método también fue puesto a prueba en los pavimentos de pistas de aeropuertos, así como manifiesta [4] Utilizando el modelo paramétrico de análisis de supervivencia, se construye un modelo de función de duración que es el PCI para las cuatro condiciones de pista del aeropuerto. Se construye una matriz de transición de Markov para la predicción del rendimiento de la pista del aeropuerto. Para evaluar la capacidad del método de matriz de transición de Markov para predecir la tendencia de deterioro del PCI de la pista del aeropuerto en diferentes condiciones de tráfico aéreo y grosor de la superficie de la pista, se creó un conjunto de datos de prueba de la pista del aeropuerto real y las muestras correspondientes

Dentro de la provincia de Chiclayo, el pavimento que se presenta en las vías no posee una política de conservación, esto añadiendo el incremento repentino de la circulación vehicular. [5]. Es por ello, con el propósito de saber el estado que puedan tener los pavimentos, [6] menciona que el uso de Pavement Condition Index, el cual es un método para identificar y clasificar, junto con el seguimiento de las fallas superficiales que se puedan presentar. Para esto se debe seguir una secuencia, siendo el primer paso la

elección de las unidades de muestras a verificar, posterior viene la inspección visual, con las medidas de seguridad ineludibles, finalmente se calcula el PCI mediante el uso de curvas que rigen este método.

Por otro lado, se encontró en el distrito de José Leonardo Ortiz, bastante presencia de pavimentos deficientes ocasionados por diferentes circunstancias, es por ello que, [7] indica que se usó el método PCI en el distrito de JLO, donde se lograron identificar 4 tipos de fallas, siendo la más importante la de caída de agregados con su grado de severidad, obteniendo así un valor de 46 dando a indicar que es un pavimento regular y requiere mantenimiento

En este estudio [8] mencionan que en la estrategia de mantenimiento en las carreteras, el índice de condición de pavimentos PCI incorpora indicadores sobresalientes alrededor del deterioro, capacidad estructural, rugosidad y resistencia al deslizamiento, así mismo se realizó una encuesta de opinión de expertos para evaluar la aprobación de cada indicador utilizando el impacto relativo en condición de pavimento, así mismo que los resultados revelan que el factor de peso es de 0,6 para la capacidad de la estructura, 0,5 para la rugosidad y 0,15 para la resistencia al deslizamiento, que es inferior al factor de peso de deformación. Se concluye relativamente que se le debe dar a cada indicador un cálculo en 80% para fallas, 10% para capacidad estructural, 8% para rugosidad y 2% para resistencia al deslizamiento.

Se desarrollo una representación completa de PCI se debe tener en cuenta la adecuación estructural, rugosidad, seguridad vial y deterioro con la superficie utilizando un modelo de aprendizaje automático, la red vial son activos más valiosos que tiene cada país y se intenta mantenerla en un alto nivel de servicio por medio que los trabajos del procedimiento para el trámite de Pavimentos. En conclusión, el modelo con más del 80% de exactitud y precisión está altamente correlacionado con el Pavimento Condición Índice (PCI) [9].

Las agencias de transporte público utilizan sistemas de gestión de pavimentos [10] para promover la sostenibilidad, cuyo objetivo es crear y evaluar modelos predictivos de valores del PCI utilizando regresión múltiple (MLR), sistemas neuronales artificiales (ANN) y modelos de inferencia de lógica difusa (FIS) sección de pavimento. Se encontró que los valores del modelo ANN mejoraron en un 51,32%, 2,02%, 36,55% y 3,02% en comparación con MLR y FIS, respectivamente.

Se evalúa las condiciones numéricas del pavimento basada en problemas existentes y se utiliza comúnmente para indicar el alcance que se dificultad en cuanto al pavimento superficial, los valores de PCI son una función de la gravedad y la densidad, así mismo

han modelado con éxito el rendimiento de en servicio pavimentos, debido a su eficiencia para predecir y resolver relaciones no lineales y tratar con grandes cantidades inciertas de datos. Se concluye que la muestra ANN es apta para presentar el PCI con un gran nivel superior de fiabilidad, generando una estimación de 0.9971, 0.9964 y 0.9975 para la cantidad de información en comprobación y estudio [11].

Se analiza comprender [12] el poder de las frecuencias de monitoreo en la decisión de mantenimiento al considerar la confiabilidad de los modelos de predicción del desempeño, la influencia de pavimento frecuencia de monitoreo en el pavimento Se investigaron los modelos de rendimiento, la recopilación frecuencia para PCI se puede reducir sin comprometer la precisión del modelo de rendimiento, se debe trabajar más para garantizar los datos calidad y así garantizar la racionalidad de las decisiones de mantenimiento.

Las condiciones de pavimentos de varias carreteras para idear estrategias adecuadas de rehabilitación contra el envejecimiento de las mismas, de todos modos, porque la condición de pavimentos de varios tipos de caminos no podría ser representado por un solo PCI, ya que era difícil comprender la condición de todas las carreteras y su tendencia cambiante de un vistazo. Finalmente se identificó que el 60% guía las intervenciones para el mantenimiento y su vida útil se pronostica aproximadamente entre 3, 2.5 y 1.5 años para los métodos de micro pavimentación [13].

Evaluar la superficie de rodadura de las principales vías [14], utilizando el Pavimento Condición Índice como resultado de la investigación se encontraron alrededor de 1.600 fallas, de las cuales aproximadamente el 60% fueron ocasionadas por efectos humanos (fallas antropogénicas), siendo la principal responsabilidad las Empresas de Servicios Públicos, y entendiéndose por tales las arcas municipales encargadas de la carretera mantenimiento, un extra costo de más del 73% en el presupuesto anual, si bien la antigüedad o la meteorización no condujo la causa de su deterioro.

Se propone un método de aplicación del método de evaluación PCI aplicado al tramo de estudio, concluye que el pavimento no presenta signos de agotamiento de la capacidad estructural, se estableció durante las inspecciones visuales realizadas al pavimento del tramo de estudio, y concluye que se han producido diversos deterioros, ocurrió y se identificó según tipo de grado y severidad. En fin, las más comunes ocurrieron fisuras a lo largo y también transversales, las grietas en bloque, los parches y la delaminación de agregados, que representan el 66 % de los daños informados y ninguna de las unidades fue muestreada en buenas situaciones [15].

Determinar el estado del pavimento flexible [16] al usar un procedimiento del (PCI), utilice drones para acelerar el proceso de inspección y evalúe el tramo de carretera seleccionado dividiéndolo en 2 carriles, cada uno con 3 inspecciones. Cada tramo de carretera se divide en unidades de prueba. Al mismo tiempo, los drones voladores capturan imágenes de la superficie de la carretera y luego las envían a la oficina para su inspección visual y procesamiento para identificar los lugares de los daños. Finalmente, en los defectos estructurales que tuvieron mayor impacto en la superficie de la vía y que en su mayoría tuvieron un alto valor deducible (VD), se concluyó que la vía 1 necesitaba ser reparada para mejorar su IPC, mientras que la vía 2 era adecuada para tránsito vehicular (su VD a falla es diminuta y con los elementos de prueba que están en buenas posiciones).

El PCI permitió calcular la superficie de la ruta, este método es ampliamente utilizado en varias naciones de Latinoamérica, donde la señal del valor sujeta un valor que varía de 0 a 100 y se utiliza para dar posibles soluciones, ya que se verificó el estado de la capa de rodadura aplicando el método PCI y mejorar la operación y operatividad de las carreteras. Se concluye que todo el análisis y procedimientos de datos es la parte de la observación del suelo en un estado lamentable, con un PCI de 37.26 [17].

Se utilizó la forma del PCI para evaluar superficies de pavimentos flexibles [18], además, se tradujeron y adaptaron a la realidad nacional de regulaciones extranjeras como la ASTM D 6433-20, las secciones 1, 2, 3 y 4 se ven afectadas por 9 tipos y gravedades de daños. Es mayoritariamente moderada, por lo que se concluye que el pavimento flexible se encuentra en buen estado en todos los tramos de la vía.

La forma más completa es teniendo una evaluación objetiva y apreciación del pavimento, ha sido ampliamente adoptado y adoptado formalmente como un procedimiento estandarizado, y ha sido publicado por ASTM se hace un procedimiento del PCI generando un análisis y uso de superficies de pavimentos flexibles. En conclusión, les pedimos que intervengan de inmediato y elijan la tecnología de mantenimiento, reparación o reconstrucción más adecuada según el estado del pavimento flexible según PCI 31.17 [19].

El (PCI) utilizado en el (UPMS) utiliza SIG e identifica las carreteras afectadas, el mapa fue generado en el software ArcGIS 10.2, es por ello, que se examinó el 92,21% de los episodios fueron calificados como "magnífico" a "constantes", asimismo el 7,94% de los episodios fueron calificados como "malos" o "muy malos". En conclusión, el coeficiente final es 0,95, una estimación cercana al 1, lo que significa que existe una firme

asociación de referencia, por lo que el PCI alcanzó resolver la estructura más dinámica y elemental en una apreciación propia [20].

La accesibilidad y conectividad entre áreas rurales y urbanas [21], también una ayuda diminutiva en la penuria y un aumento socioeconómico en varias ciudades del Perú y el mundo. El área de estudio consta de 3 carriles, ambos de interés este y oeste de 6,30 kilómetros en dirección a la carretera, lateral, pavimentada y se inspeccionaron 343 daños. Esto significa que ofrece condiciones de servicio "muy malas".

La identificación de fallas dentro del pavimento flexible mediante el uso de PCI es esencial para sacar más rendimiento a los recursos en el mantenimiento vial. Esta metodología permite la ubicar y priorizar las intervenciones, asegurando que se atienda las áreas más dañadas y se mantenga la seguridad vial. A la vez que su uso beneficia a largo plazo, prolongado la durabilidad del asfalto y reduciendo costos, garantizando una infraestructura vial más segura y eficiente para la ciudadanía.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se encuentra actualmente la carpeta asfáltica de pavimento flexible de la avenida Chiclayo, mediante el uso del método PCI?

## **1.3. Hipótesis**

Mediante la evaluación del pavimento flexible en la Avenida Chiclayo, se puede determinar la categoría de acción y su estado de conservación la cual debe emplearse en la superficie de la carpeta asfáltica utilizando el método del PCI, con la idea siempre de mejorar el servicio al usuario al igual que el tránsito.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Obtener una alternativa de solución que permita la mejora del pavimento flexible presente en el carril segregado del corredor Javier Prado.

### **1.4.2. Objetivo específico**

- Realizar el levantamiento de información respecto a las fallas existentes en el pavimento flexible de la zona en estudio.
- Aplicar el método PCI para determinar la condición operacional de todas las unidades de muestra que componen la sección en estudio.
- Analizar la incidencia de las fallas encontradas en función al tipo y severidad de las mismas presentes en la zona de estudio.

### **1.5. Teorías relacionadas al tema**

Los pavimentos flexibles generalmente están compuestos por una serie de capas de soporte, con una superficie apoyada en dos capas no sólidas conocidas como base y subbase; estas capas conforman toda la estructura que se coloca en la calzada, y cada una cumple una función específica y características importantes según su función. [22]

La estructura de la base se determina principalmente por factores económicos, buscando maximizar el espesor del pavimento utilizando materiales más económicos. Esto implica sustituir parte de la estructura de la base por materiales de alta calidad, permitiendo que la base sea más delgada y reemplazando parcialmente la subbase con materiales de menor calidad. De esta manera, la subrasante tiene un grano más grueso mientras que la subbase es más fina, actuando como un filtro para evitar que el material de la subrasante se mezcle con el pavimento, según [23]

Además, la base tiene como funciones importantes, como actuar como una salida para el agua, filtrándose por el pavimento ocasionado por los cambios de volumen por la humedad. Esto también ocasiona el crecimiento capilar desde el suelo, donde lo procede a absorber y empezar a deformarse. Las propiedades clave que se requieren en la primera base son la resistencia a la abrasión y la capacidad que tenga para poder drenar el agua; contribuyendo en la resistencia global del pavimento y asegura un desempeño adecuado en términos de capacidad de deformación, mientras que la segunda se refiere a la capacidad de transportar agua, esto indicado por [24]

La función de drenaje de la capa base y su capacidad para evitar la ascensión capilar son cruciales, teniendo en cuenta que el espesor de esta capa puede variar significativamente según el tipo de proyecto que se esté evaluando. Sin embargo, generalmente se considera un espesor mínimo de 12 a 15 cm. Si la capa base no logra proporcionar la compactación adecuada, se pueden considerar otros materiales que cumplan con las especificaciones requeridas. Las principales causas de fallas en el pavimento suelen ser problemas relacionados con el subsuelo que no cumple con estas especificaciones, deficiencias en la compactación o contaminación debido a un drenaje inadecuado.

La capa base recibe la mayor parte de las fuerzas generadas por el tráfico vehicular, y su función principal es proporcionar un elemento de resistencia que transfiera estas fuerzas con fuerza suficiente a la subrasante y la superficie de la carretera es por ello que la capa también debe tener doble anti-drenaje y anti-capilaridad, como se explicó en la base, además de tener propiedades friccionales y de carga de vacíos sabiendo que la primera propiedad garantiza una resistencia suficiente y es resistente a cambios en condiciones externas potencialmente dañinas (como el contenido de agua), pero para garantizar una resistencia suficiente, esto se logra no solo mediante el uso de materiales de fricción, sino también mediante un sellado suficiente. Los materiales utilizados para las cimentaciones suelen validarse mediante procesos rigurosos como el triturado, que tiene un efecto beneficioso sobre la resistencia y deformabilidad de la estructura a construir, al obtener partículas convenientemente conformadas para su adecuado reordenamiento; además especificaciones, por lo que el material debe ser tamizado, según [25]

La capa asfáltica es una parte fundamental del pavimento flexible, que actúa como la capa portante principal. Esta es ubicada en la parte superior de la capa base y su función principal es dar protección al pavimento al impermeabilizar la superficie, evitando así la infiltración de agua de lluvia u otros agentes que pueden saturar las capas continuas y de esa forma acelerar su deterioro. Además, la capa asfáltica proporciona resistencia, ya que su desgaste influye en el aumento de la capacidad portante del pavimento al absorber las cargas del tráfico, siempre que el espesor sea el adecuado, según [22]

## **II. Método de investigación**

### **2.1. Nivel de investigación**

La presente investigación describe un proceso en el cual se va a identificar las fallas frecuentes dentro de la carpeta asfáltica, convirtiendo así esta investigación en tipo descriptiva. Se pasarán a clasificar mediante el método mencionado con anterioridad según su grado de severidad y de esta manera lograr obtener su condición real que posee.

## 2.2. Diseño de investigación

La investigación es de campo, puesto que, la recolección de datos será dada mediante la herramienta visual para la identificación de fallas sin tener que manipular la zona de estudio.

## 2.3. Variables de estudio y operacionalización

Tabla N° 04: Operacionalización de variable

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Alternativas de intervención	Método Pavement Condition Index (PCI)	- Identificar las fallas del pavimento in situ	- Clase - Severidad - Extensión	- Formato físico de Registro - Observación directa - Catálogo de Referencias
		- Determinar el índice de condición del pavimento	- Valor deducido - Máximo Valor deducido corregido (CDV) - PCI	- Información visual (Tablas)
		- Determinar la condición actual del pavimento flexible	- Rangos de Calificación PCI	- Información visual (Tablas)
	Mantenimiento y Rehabilitación del pavimento	- Clasificar el tipo de Mantenimiento y Rehabilitación a efectuar	- Menor (Localizado) - Mayor (Toda el área)	- Documento Técnico
		- Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a efectuar:	- Acciones Mantenimiento Menor a. Sellado de grietas b. Sellado superficial c. Bacheo superficial d. Bacheo profundo	- Documento Técnico - Catálogo de Referencias
			- Acciones Mantenimiento Mayor a. Tratamientos superficiales b. Capas asfálticas c. Remoción por frenado d. Reciclado	

*Nota: Fuente: Elaboración Propia*

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para llevar a cabo la investigación, se utilizó la técnica de observación, la cual permitió identificar y seleccionar el tramo de estudio debido a las deficiencias presentes en su capa asfáltica. Además, el método PCI se fundamenta en los resultados obtenidos a partir de un inventario visual de la condición del pavimento. Las fallas se clasifican según su tipo, severidad y cantidad, lo que permite calcular un índice estructural del pavimento y evaluar la condición operacional de la superficie, aspectos clave para proponer alternativas de intervención que mejoren su estado actual. Para aplicar el método PCI, se emplea un formato de recolección de datos que consolida la información principal de la vía y facilita la correcta identificación de las fallas en la zona de estudio.

## III. Resultados

Esta sección presenta los resultados de la aplicación del método del índice de condición del pavimento de la vía de extensión de Bolonia. Los datos se recopilaban en la "Unidad de muestreo de hojas de registro de inspección de condición de

estacionamientos y pavimentos asfálticos" (ver Apéndice 1) utilizada aquí. Encuesta Las herramientas de recopilación de datos son las mismas [18].

### Realizar el análisis situacional de la prolongación Bolognesi

Para la evaluación del pavimento, se realizó un análisis situacional preliminar para seguir el trazado de ambas vías (ida y vuelta) y se observaron diversos defectos a lo largo del camino, y sería posible conocer el tráfico en la ciudad. la dirección de los vehículos y la naturaleza de los peatones, así como las áreas de producción (áreas comerciales, áreas agrícolas y áreas urbanas) conectadas por las vías encuestadas.

La prolongación Bolognesi se clasifica como vía de convergencia porque sus vías horizontales de acceso y salida interrumpen el flujo del tráfico y cumplen la función de conectar este flujo rodado con la vía principal. Además, se colocan señales horizontales y verticales a lo largo de la carretera y en la mayoría de las carreteras. Junto a esto se encuentran espacios de estacionamiento para vehículos y zanjas triangulares en la carretera que se observaron obstruidas con sedimentos y escombros a lo largo del camino. Por ello, la ampliación de la carretera Bolognesi apuesta por beneficiar a nuevas. Además, apoya el acceso a urbanizaciones como Villa el Salvador, La Purísima, El Santuario, La Colina. Además, esta vía brinda un rápido acceso a productores agrícolas, industriales, empresarios y finalmente beneficia indirectamente a los distritos de Santa Rosa y Pimentel, así como a estudiantes universitarios y universitarios.

Tabla I

Fallas encontradas al principio

Nº	Tipo de falla	Fotografía Representativa
1	Piel de cocodrilo	
6	Depresión	

N°	Tipo de falla	Fotografía Representativa
15	Ahuellamiento	
16	Desplazamiento	
17	Fisura parabólica	
19	Peladura / Desprendimiento	

Nota: muestra los defectos descubiertos durante la inspección inicial de la vía de extensión Bolognesi, donde el sentido de tránsito de Chiclayo a Pimentel (partes 1 y 2) cubre el sentido del progresivo PR 0 000.00 al progresivo PR 4 138 y del tránsito de Pimentel a Pimentel. Chiclayo (tramos 3 y 4) oscila desde un PR avanzado de 0.000,00 hasta un PR avanzado de 4.200.

Tabla II

Resumen de tránsito diario y transito semanal de la Estación 1, 2 y 3

Días de la semana	Estación 1 (veh/día)	Estación 2 (veh/día)	Estación 3 (veh/día)
Lunes	17557	15995	13559
Martes	16159	15829	13294
Miércoles	15309	15831	12959
Jueves	15743	15766	12435
Viernes	15975	16009	12396
Sábado	16624	15895	11781
Domingo	16788	15729	10107
Transito semanal (veh/semana)	16308	15865	12362

Nota: Representación de veh/día es el número de vehículos por día y veh/semana es el número de vehículos por semana.

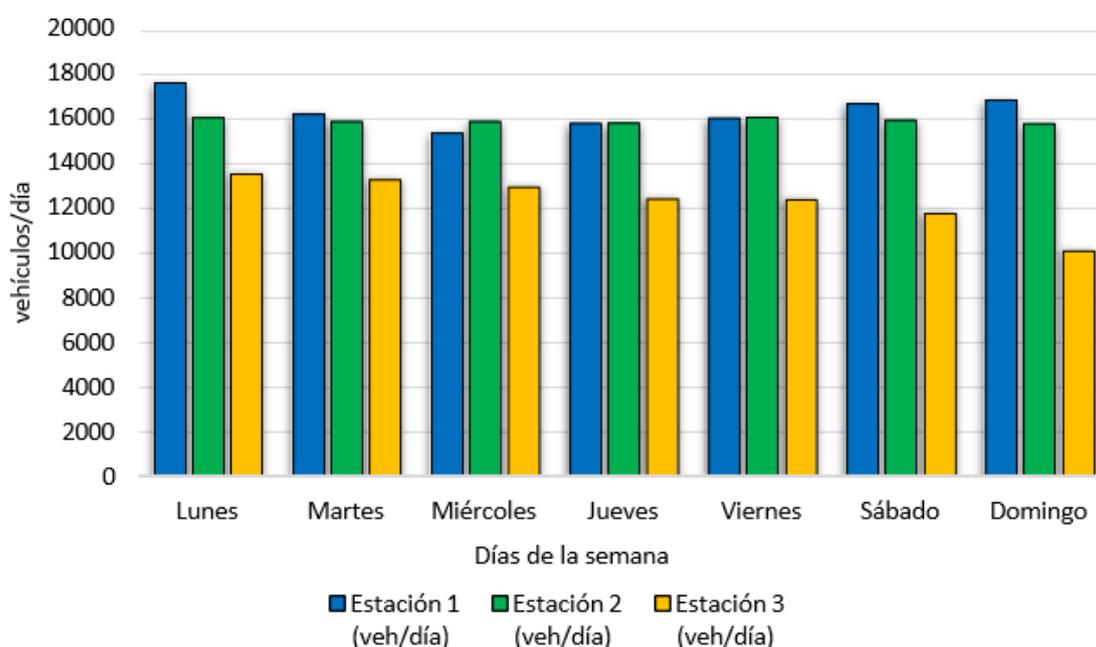


Fig 1. Variación de vehículos/día de la Estación 1, Estación 2 y Estación 3.

En la región de Lambayeque, Distrito de Jose de Leonardo Ortiz, Se han desarrollado pavimentos flexibles, la mayoría de los cuales aún no han alcanzado su vida útil prevista. Por lo tanto, es importante garantizar la protección mediante un mantenimiento y/o rehabilitación regular de las carreteras que garantice la seguridad, la comodidad y la reducción del tiempo de viaje de los usuarios. En consecuencia, los estándares del servicio vial mejorarán significativamente [26]

RESUMEN DE RESULTADOS								
Unidad de Muestra	Abcisa Inicial	Abcisa Final	Daños que más se pronuncian en la vía	Área	Descripción	PCI de la Muestra	Calificación	
U3	0 + 000	0 + 038	3	229	Agregado Pulido y Desprendimiento	63.68	BUENO	
U5	0 + 076	0 + 114	5	229	Agregado Pulido, Baches, Desprendimiento y Cortes Útiles.	11.35	MUY MALO	
U7	0 + 150	0 + 188	6	229	Piel de Cocodrilo, Hundimiento, Cortes Útiles, Agregados Pulidos, Baches y Desprendimiento.	27.9	MALO	
U9	0 + 226	0 + 264	5	229	Fisura de Borde, Agregado Pulido, Desprendimiento y Cortes Útiles	23.5	MALO	
U11	0 + 302	0 + 340	2	229	Desprendimiento y Agregado Pulido.	24	MUY MALO	
U13	0 + 376	0 + 414	5	229	Agregado Pulido Baches y Desprendimiento.	23.9	MUY MALO	
U15	0 + 452	0 + 490	2	229	Desprendimiento y Agregado Pulido.	23.9	MUY MALO	
U17	0 + 528	0 + 566	3	229	Desprendimiento y Agregado Pulido.	22.05	MUY MALO	
U19	0 + 604	0 + 642	5	229	Fisuras de Borde, Agregado Pulido, Baches y Desprendimiento	14.7	MUY MALO	
						PCI TOTAL=	26	<b>MUY MALO</b>

**Tabla III:** Resumen de Resultado.

**Tabla IV:** Representación de Fallas encontrados en la Vía.

vía.

	<b>TIPOS DE FALLAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	Agregados Pulidos	155.77	<b>10</b>
<b>2</b>	Desprendimiento	922.97	<b>58</b>
<b>3</b>	Baches	313.28	<b>19</b>
<b>4</b>	Cortes Útiles	44.89	<b>3</b>
<b>5</b>	Piel de Cocodrilo	42.37	<b>3</b>
<b>6</b>	Hundimiento	51.2	<b>3</b>
<b>7</b>	Fisuras de Borde	65.21	<b>4</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>1595.69</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Fuente propia

En la tabla IV, La gráfica muestra el número total de defectos encontrados durante la inspección visual de las cuadras 1 a 10 de la calle Dorado, distrito de Chiclayo, José Leonardo Ortiz, y también indica el porcentaje de defectos encontrados durante cada recorrido. La mayor afectación en este tramo es la separación de pavimentos, con un total de 922,97 daños, correspondientes al 58% del total de la vía. El defecto menos evidente es el defecto de piel de caimán con 42,37 defectos, lo que corresponde al 3%.

## **IV. Discusión y conclusiones**

### **4.1. Discusión**

Según [26] las fallas identificadas en los pavimentos flexibles de la calle dorado, fueron de manera superficial, mientras que las fisuras longitudinales y transversales, continuas de ahuellamientos y desgaste superficial. Esto va acorde a la presente investigación debido a la presencia de fallas superficiales sin afectar en gran medida al pavimento.

Por otra parte, los autores [6] y [15] mencionan que sus PCI están en el 83% y 24.5%, dando a indicar que el estado de uno de ellos se encuentra en un estado muy malo y del otro esta en un estado para ser rehabilitado, habiendo una gran diferencia de estados entre ellos, mientras tanto, nuestra investigación posee un 57% dando a indicar que está en buena condición.

### **4.2. Conclusiones**

- Mediante el uso del PCI, se logró evaluar el estado del pavimento flexible de los carriles. A partir de esta evaluación, es posible sugerir las intervenciones necesarias para mejorar las condiciones de la carretera.
- El tramo que se evaluó y obtuvo un valor de PCI de 57, situándolo en el punto B de la curva de deterioro, dando a indicar que se encuentra en una zona optima de recuperación. Por lo tanto, se requiere una intervención inmediata para la prevención de un deterioro acelerado.
- Aplicando el método PCI, se identificaron 8i tipos de daños en la ruta analizada, siendo clasificadas según el grado de aparición, donde se lograron visualizar las grietas piel de cocodrilo, longitudinal/transversal, huecos, laminación y desplazamiento, con un 20%; 18%, 17% y 14%, respectivamente.
- La intervención propuesta se enfoca en realizar un mantenimiento menor, que se ejecuta de manera localizada y se clasifica en las siguientes tareas: relleno de grietas, relleno superficial.
- En la junta de borde existente entre la cornisa central y la calzada. Esto evitará la infiltración de agua en las capas inferiores del pavimento asfáltico.

## Referencias

- [1] J. Fan, M. Gong, L. Jiang, J. Cheng, S. Li, Z. Li, X. Zhu y J. Hong, «Interlayer failure characteristics of semi-flexible composite pavement structures (SFCPS) at high temperatures,» *Construction and Building Materials*, vol. 441, p. 137563, 2024.
- [2] H. Fatemeh , N. Mahdi , S. Nadarajah y A. Golalipour, «Mutual impacts of changing climate and flexible pavement performance considering resilience and sustainable aspects,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 460, p. 142594, 2024.
- [3] A. Kheirati y A. Golroo, «Machine learning for developing a pavement condition index,» *Automation in Construction*, p. 139, 2022.
- [4] D. Miaoyi Baoli, «Una innovación del modelo de probabilidad de Markov para predecir la vida útil restante de los pavimentos rígidos de aeropuertos civiles,» 2022.
- [5] M. D. Tello, «Modelo de gestión para el mantenimiento de pavimentos flexibles en vías urbanas del distrito de Chiclayo. Lambayeque.,» Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
- [6] M. Campos Cruz, «Evaluación del pavimento flexible por el Método del PCI, calle Dorado Cuadra 1-10 del distrito de José Leonardo Ortiz - Chiclayo,» Universida César Vallejo, 2019.
- [7] M. Martínez y B. Emily, «Condición del pavimento flexible aplicando el método PCI y propuesta de intervención en la Avenida México tramo km 0+000 al km 1+280 ubicado en el distrito de José Leonardo Ortiz - Provincia de Chiclayo - Región de Lambayeque,» Universidad San Martín de Porres, 2021.
- [8] K. Rajnish and S. Sanjeev Kumar, ""Development of overall pavement condition index for maintenance strategy selection for Indian highways"," *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, vol. 13, pp. 832-843, 2021.
- [9] A. Kheirati y A. Golroo, «"Machine learning for developing a pavement condition index",» *Automation in Construction*, vol. 139, p. 104296, 2022.
- [10] A. Abdullah Abdulaziz, M. Abdalrhman Abraham, A. A. Amgad A. Hussein, N. I. Md Yusoff and H. Usama G, ""Predicting pavement condition index based on the utilization of machine learning techniques: A case study"," *Revista de ingeniería vial*, vol. 3, no. 3, pp. 266-278, 2023.
- [11] I. Amjad Z, H. Samaneh and G. Mohammad Shareef, ""Predicting pavement condition index using artificial neural networks approach"," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 13, no. 1, p. 101490, 2022.
- [12] H. Rey, Z. Cong Xu and Y. Lei, ""Comparing of Data Collection for Network Level Pavement Management of Urban Roads and Highways"," *Journal of Advanced Transportation*, pp. 1-11, 2020.

- [13] L. Sang Yum, C. Jun seong and L. Tri Ho Minh, ""Unraveling the optimal strategies for asphalt pavement longevity through preventive maintenance: A case study in South Korea", " *Case Studies in Construction Materials*, vol. 21, p. e03464, 2024.
- [14] L. A. Avila, D. Esenarro, C. Rodriguez, P. Paredes and L. Metzger, ""Application of pavement index for the evaluation of the running surface of the Lima-Peru roads", " *Journal of Green Engineering*, vol. 10, no. 13, pp. 8129-8141, 2020.
- [15] H. González Fernandez, P. Ruiz Caballero and D. Guerrero Valverde, ""METHODOLOGY PROPOSAL FOR THE EVALUATION OF PAVEMENTS APPLYING THE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)", " *Redalyc Scientific Information System*, vol. 1, no. 4, pp. 58-71, 2019.
- [16] C. D. Fiestas León and F. G. Merino Rodríguez, ""Calculation of the condition index of the flexible pavement on Av. Don Bosco - Piura using drones", " *CONCYTEC*, 2020.
- [17] . L. E. Quintana Díaz, ""Application of the Pavement Condition Index Method to Evaluate the Road Surface of the Reque - Puerto Eten Road", " *CONCYTEC*, 2019.
- [18] L. Saavedra Salazar and R. Sempertegui Diaz, ""Surface evaluation of the flexible pavement by the Pavement Condition Index method in the Bolognesi extension", " *Universidad Señor de Sipán* , 2023.
- [19] D. J. Benites Ascate and A. P. astillo Blas, ""Investigation of the flexible pavement condition index on San Luis Avenue, Virú district, Virú province - La Libertad", " *UPAO*, 2019.
- [20] P. Jessica Marcomini, C. Marcelo Luiz, I. Jesner Sereni and C. R. Grégio Darce, ""Evaluation of pavement condition index by different methods: Case study of Maringá, Brazil", " *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 4, p. 100100, 2020.
- [21] L. C. Torres Torres and S. P. Muñoz Pérez, ""Evaluation of a flexible pavement using the Pavement Condition Index – PCI method", " *ITECKNE*, vol. 20, no. 1, pp. 45-57, 2023.
- [22] H. Barboza, «Indez for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriterua analysis,» 2021.
- [23] A. Jiménez Martínez, «Efecto de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de flexible pavimentos,» 2020.
- [24] E. Vargas Delgadillo, «Design, construction and operation of a prototype to measure load in a flexible pavement structure,» 2022.
- [25] S. Sanjeev Kumar, «Desarrollo de acera condicion indice para la seleccion de la estrategia de mantenimiento de las carreteras,» 2022.
- [26] M. Campos Cruz, ""Evaluation of flexible pavement using the PCI Method, Dorado Street, Block 1-10, Jose Leonardo Ortiz district – Chiclayo.", " *UCV*, 2019.

## Anexo:

### Similarity Report

PAPER NAME

**Evaluación de fallas en el pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en avenida Chiclayo, distrito José Leonardo Ortiz**

AUTHOR

-

WORD COUNT

**3730 Words**

CHARACTER COUNT

**19876 Characters**

PAGE COUNT

**16 Pages**

FILE SIZE

**23.5KB**

SUBMISSION DATE

**Aug 27, 2024 12:39 AM GMT-5**

REPORT DATE

**Aug 27, 2024 12:39 AM GMT-5**

#### ● 12% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 11% Internet database
- 4% Submitted Works database
- 0% Publications database