



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo de métodos PCI y VIZIR aplicados en evaluación del pavimento flexible, tramo San Juan de Pueblo Libre – Ancash 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Br. Felipe Karol Alejo Hito (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0176-7994>) Br.

Elkin Joseph Acuña Zelaya (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7866-9586>)

**ASESOR:**

Msc. Depaz Celi, Kiko Félix (<https://orcid.org/0000-0001-7086-1031>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A mis padres, por su esfuerzo en concederme la oportunidad de estudiar y por su constante apoyo.

**Elkin Acuña Zelaya**

Este trabajo está dedicado a mis padres, por su constante apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por su gran paciencia y por guiarme mediante las enseñanzas de sus grandes valores.

**Felipe Alejo Hito**

## **Agradecimientos**

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

**Elkin Acuña Zelaya**

A mis padres y mis hermanas, por ser grandes personas admirables y motivadoras en mi vida, son fuentes de inspiración y ejemplos de superación personal, ningún texto será suficiente para expresar mi gratitud hacia ellos.

**Felipe Alejo Hito**



## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	v
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y Diseño de investigación .....	15
3.2. Variable y Operacionalización .....	15
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimiento.....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN .....	36
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS.....	1

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Rangos de clasificación según PCI .....	13
<b>Tabla 2.</b> Calificación del estado de la superficie del pavimento .....	14
<b>Tabla 3.</b> Rangos de calificación del PCI.....	19
<b>Tabla 4.</b> Evaluación del 1ºtramo .....	20
<b>Tabla 5.</b> Evaluación del 2ºtramo .....	21
<b>Tabla 6.</b> Evaluación del 3ºtramo .....	22
<b>Tabla 7.</b> Evaluación del 4ºtramo .....	23
<b>Tabla 8.</b> Evaluación del 5ºtramo .....	25
<b>Tabla 9.</b> Evaluación del 6ºtramo .....	26
<b>Tabla 10.</b> Evaluación del 7º tramo .....	27
<b>Tabla 11.</b> Evaluación del 8º tramo .....	29
<b>Tabla 12.</b> Evaluación del 9º tramo .....	30
<b>Tabla 13.</b> Evaluación del 10º tramo .....	31
<b>Tabla 14.</b> Índice de deterioro superficial .....	33
<b>Tabla 15.</b> Índice de Fisuración y deformación.....	33
<b>Tabla 16.</b> Clasificación según Metodología VIZIR .....	33
<b>Tabla 17.</b> Comparación general de metodología PCI vs VIZIR .....	34
<b>Tabla 18.</b> Categorías de intervención PCI .....	34
<b>Tabla 19.</b> Categorías de intervención VIZIR .....	35

## Índice de figuras

Figura 1. Condición del pavimento actual.....	2
Figura 2. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).....	9
Figura 3. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles .....	11
Figura 4. Carretera del tramo San Juan de Pueblo Libre .....	17
Figura 5. Procedimiento de la investigación .....	18
Figura 6. Porcentaje de densidad de fallas del 1° tramo .....	20
Figura 7. Porcentaje de densidad de fallas del 2° tramo .....	22
Figura 8. Porcentaje de densidad de fallas del 3° tramo .....	23
Figura 9. Porcentaje de densidad de fallas del 4° tramo .....	24
Figura 10. Porcentaje de densidad de fallas del 5° tramo .....	26
Figura 11. Porcentaje de densidad de fallas del 6° tramo .....	27
Figura 12. Porcentaje de densidad de fallas del 7° tramo.....	28
Figura 13. Porcentaje de densidad de fallas del 8° tramo.....	30
Figura 14. Porcentaje de densidad de fallas del 9° tramo .....	31
Figura 15. Porcentaje de densidad de fallas del 10° tramo.....	32

## Resumen

La presente investigación se realizó un análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR aplicados en evaluación del pavimento flexible, tramo San Juan de Pueblo Libre, en el primer capítulo de la investigación se ha planteado un propósito general el cual es evaluar el estado del pavimento flexible del tramo San Juan de Pueblo Libre aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento con el fin de extender la vida útil del pavimento.

Para el capítulo II se menciona los antecedentes nacionales e internacionales, además, se realiza los enfoques conceptuales como la evaluación superficial del pavimento flexible, su estructura y las metodologías empleadas tanto PCI y VIZIR. En el capítulo III, la metodología empleada en la investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativa, diseño no experimental y un nivel descriptivo y la muestra para la investigación estuvo delimitada por 1 k del tramo San Juan de Pueblo Libre. En el capítulo IV se menciona las características actuales como los resultados de la carretera evaluada, donde la longitud es de 1000 m, ancho de vía 5.00m, longitud de unidad de muestreo de 50m y el número de muestras fue de 10 unidades, se tiene que el pavimento flexible evaluado se encuentra en condición regular según la metodología PCI, y con la metodología VIZIR se encuentra en condiciones marginales, ya que los valores obtenidos en promedio son 47 y 4, respectivamente.

En los capítulos V y VI se realizan la discusión y las conclusiones, donde el último ítem mencionado se menciona que según la evaluación con la metodología PCI y análisis correspondiente, los más representativos son piel de cocodrilo, fisuramiento e hinchamiento, ya que se encuentran en mayor cantidad, y según la metodología VIZIR es piel de cocodrilo y fisuramiento longitudinal, se debe tener en consideración que PCI cuenta con más criterios para el análisis pertinente de una falla.

Con la investigación desarrollada, se intenta ayudar con una base teórica-práctica a los profesionales interesados con el argumento y su contexto, se debe considerar las ventajas y desventajas de cada método empleado con el fin de tener un sustento en proyectos futuros para su análisis y evaluación.

Palabras clave: Pavimento, metodología PCI y metodología VIZIR



## **Abstract**

The present investigation was carried out a comparative analysis between the PCI and VIZIR methodologies applied in the evaluation of the flexible pavement, San Juan de Pueblo Libre section, in the first chapter of the investigation a general purpose has been proposed which is to evaluate the state of the flexible pavement of the San Juan de Pueblo Libre section, applying the PCI and VIZIR methods to propose maintenance alternatives in order to extend the useful life of the pavement.

For chapter II the national and international antecedents are mentioned, in addition, conceptual approaches such as the surface evaluation of the flexible pavement, its structure and the methodologies used both PCI and VIZIR are carried out. In chapter III, the methodology used in the research is of an applied type, with a quantitative approach, a non-experimental design and a descriptive level, and the sample for the research was delimited by 1 k of the San Juan de Pueblo Libre section. In chapter IV, the current characteristics are mentioned, such as the results of the evaluated road, where the length is 1000 m, the track width is 5.00m, the length of the sampling unit is 50m and the number of samples is 10 units. that the evaluated flexible pavement is in regular condition according to the PCI methodology, and with the VIZIR methodology it is in marginal conditions, since the average values obtained are 47 and 4, respectively.

In chapters V and VI, the discussion and conclusions are made, where the last item mentioned is mentioned that according to the evaluation with the PCI methodology and corresponding analysis, the most representative are crocodile skin, fissuring and swelling, since they are found in greater quantity, and according to the VIZIR methodology it is crocodile skin and longitudinal fissuring, it should be taken into consideration that PCI has more criteria for the pertinent analysis of a fault.

With the research developed, it is tried to help with a theoretical-practical base to the professionals interested with the argument and its context, the advantages and disadvantages of each method used should be considered in order to have a support in future projects for their analysis and evaluation.

Keywords: Pavement, PCI methodology and VIZIR methodology

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la construcción, mantenimiento o rehabilitación de las vías se han vuelto fundamentales a nivel mundial, por cuanto la disponibilidad de carreteras adecuadas para un correcto desempeño del transporte es esencial para el desarrollo local y nacional que va a influenciar en la calidad de vida de la población. Por otro lado, la falta de infraestructuras viales adecuadas para el transporte incide en la competitividad de los países, así como en el desarrollo local, por tanto, su conservación exige herramientas, técnicas y métodos adecuados (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

En el país ecuatoriano se realizó un estudio, donde se observaron que la vía Jipijapa – La Mona, presentaba diversos problemas en el estado del pavimento flexible y esto a consecuencia de una falta en la programación del mantenimiento o rehabilitación vial, consecuentemente se presentó el deterioro del pavimento flexible. En Ecuador, las carreteras forman parte de la infraestructura vial y la vía de estudio es una de las principales puesto que por ella se moviliza la producción agraria de los habitantes con rumbo a diferentes partes del país, por tanto, se tiene que garantizar que los usuarios puedan transitar de manera confortable y segura (Guaranda, 2017).

En Colombia, se vienen ejecutando obras sin tomar en consideración importantes factores como son los recursos, tráfico y en otros casos el estado de las vías. En un estudio realizado en el tramo de la vía Llano en la UPZ Yomasa, no se han realizado de forma correcta las labores de mantenimiento. En ese contexto, se realizó una inspección visual con el fin de reportar los daños encontrados en los formatos que corresponden para cada método. Además, luego de emplear los métodos VIZIR y PCI se pudo realizar la comparación y se pudo determinar cuál es el estado de la capa de rodadura asfáltica de la vía (Sierra y Rivas, 2016, p.19).

En el Perú, no somos ajenos a estos problemas en las vías que se extienden por todo el territorio nacional. En Cajamarca, en las calles pavimentadas de Paccha que corresponden a la provincia de Chota, se observó que no están en condiciones óptimas y uno de los factores que contribuyó fue haber realizado un proyecto de alcantarillado luego de haber finalizado con la pavimentación, esto ha contribuido en la rapidez en la que se han deteriorado el concreto de las losas (Fustamante, 2019, p.1).

En el departamento de Piura, se ha observado que en la Av. Circunvalación de Sullana uno de los problemas que producen el deterioro del pavimento flexible es producido por las fuertes lluvias, otro factor es el crecimiento comercial que se viene incrementando en cada año y hace que las vías tengan que soportar un exceso flujo vehicular. Además, en la vía se realizó un proyecto de alcantarillado que afectó el pavimento ya que tuvieron que romper el pavimento y luego realizaron un parche (Córdova y Mechato, 2020, p.2).

En el ámbito local, se requiere conocer la viabilidad y efectividad de los métodos PCI y VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, por cuanto en la actualidad esta vía presenta fallas en el pavimento flexible, uno de los problemas observados en toda infraestructura vial nos conduce a que se brinda un correcto mantenimiento y consecuentemente no se toma en consideración la vida útil de la vía, otro problema es que el pavimento flexible en el tramo San Juan de Pueblo Libre presenta graves daños en diferentes puntos por ser una zona concurrida y muy transitada.



*Figura 1.* Condición del pavimento actual

Por consiguiente, en la investigación planteamos el problema general: ¿Cuál será el estado del pavimento flexible del tramo San Juan de Pueblo Libre aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento con el fin de extender la vida útil conforme al análisis comparativo?

Además, se plantean los problemas específicos: primero ¿Cuál será el índice de condición superficial del pavimento flexible conforme el método PCI en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021?, segundo ¿Cuál será el índice de deterioro superficial del pavimento flexible conforme al método VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021?, y tercero ¿Se obtienen resultados iguales con ambos métodos sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021?.

Referente a la justificación, el estudio adquiere una **justificación teórica**, por cuanto la presente investigación servirá como un antecedente de investigación nacional, así como también internacional. El estudio abarca un tema fundamental para el desarrollo local, regional y nacional.

De igual manera, el estudio adquiere una **justificación metodológica**, ya que el estudio sigue una estructura científica y rigurosa, con el fin de lograr conclusiones que disminuyan el sesgo y se amolden al procedimiento estricto. Por medio de los instrumentos elaborados por los investigadores se obtendrán los resultados para el presente estudio.

Del mismo modo, el estudio adquiere una **justificación social**, por cuanto la investigación parte de un problema real que influye en la calidad de vida de la población y por ello la presente investigación contribuye en resolver la problemática planteada.

De igual importancia, el estudio adquiere una **justificación económica**, ya que la presente investigación busca poder determinar cuál es la metodología más efectiva para evaluar las fallas y permitirá un descenso en los gastos. Por ello, cuando se deban realizar los mantenimientos correspondientes y estos se puedan dar de una forma más exitosa se tiene que involucrar a la evaluación y prevención.

En ese contexto, se plantea el siguiente objetivo general: Evaluar el estado del pavimento flexible del tramo San Juan de Pueblo Libre aplicando los métodos PCI y

VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento con el fin de extender la vida útil del pavimento. Además, se plantean los siguientes objetivos específicos, donde el primero es determinar el índice de condición superficial del pavimento flexible conforme el método PCI en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021, segundo es determinar el índice de deterioro superficial del pavimento flexible conforme al método VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021 y como tercero es determinar si se obtienen resultados iguales con ambos métodos sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.

Finalmente, se plante la hipótesis general: La condición actual del pavimento flexible aplicando la comparación de los métodos PCI y VIZIR nos permitirá proponer alternativas adecuadas con el fin de mejorar la condición estructural del tramo San Juan de Pueblo Libre. Asimismo, al tener 3 problemas específicos se debe plantear la misma cantidad de hipótesis específicas, primero donde el índice de condición superficial del pavimento flexible es malo conforme el método PCI en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021, segundo el índice de deterioro superficial del pavimento flexible es regular conforme al método VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021 y por último, los resultados obtenidos con ambos métodos sobre el estado de deterioro del pavimento flexible son significativamente distintos en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la investigación se tiene en cuenta antecedentes nacionales como Ríos (2018), que realizó una investigación cuyo objeto de estudio es comparar y evaluar con los métodos VIZIR y PCI para estimar de manera trivial la pavimentación flexible. Para la investigación se empleó una metodología aplicada con nivel correlacional, el estudio se desarrolló en la Avenida Antúnez de Mayolo en el sector de Los Olivos, el cual tiene una extensión de 3.2 kilómetros y se tomará una muestra de 1.7 km. El autor llegó a los resultados que las metodologías empleadas tienen diferencias, la metodología VIZIR analiza los daños en 2 tipos: estructurales y funcionales, mientras PCI evalúa las fallas en conjunto, además VIZIR solo considera daños estructurales para su evaluación final más no daños funcionales. El investigador concluyó que la carretera evaluada se encuentra en condiciones malas debido a que tiene una calificación que se encuentra en el rango de 39.61 según la metodología PCI, mientras con la metodología se tuvo 3.62, esto indica que el estado actual de la carretera es regular, además que la metodología PCI te da un intervalo numérico de 0 a 100 separado en 7 niveles y VIZIR un rango de 0 a 7 distribuido en 3 niveles.

Cueva (2019), desarrolló una investigación, el cual lleva como objetivo analizar y aplicar en un sector de una carretera pavimentada. Para la investigación se empleó una metodología aplicada, de nivel descriptivo y la población se obtuvo de la Av. Las Flores de Primavera, en el distrito de San Juan de Lurigancho; obtuvo como resultado las diferencias de la pavimentación asfáltica empleando los métodos VIZIR y PCI. Con la investigación se llegó a la conclusión que las metodologías empleadas tienen ventajas y desventajas, una con respecto a otra, pero ambas ayudan de manera eficiente a evaluar las condiciones de la carretera así brindar soluciones para la rehabilitación y mejoramiento de la vía.

Ruitón (2018), realizó una investigación, con el cual busca analizar estudios empíricos y teóricos de los métodos VIZIR y PCI para la evaluación de la condición de la carretera en la última década. Aunque en la investigación no lo mencione, se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, un nivel descriptivo, empleó una estrategia para recopilar información y la muestra fue de la carretera San Marcos-Ichocan; el autor tuvo como resultado que las investigaciones realizadas hacen énfasis en la evolución del diseño, construcción y mantenimiento de las vías de todo

el país en los pavimentos flexibles. Concluyó que hay muchos antecedentes con respecto a las metodologías PCI y VIZIR, además, las características elementales para el desarrollo de la carretera es la capacidad portante, uso, pendiente y geotecnia para realizar un buen diseño vial, además se debe tener en consideración la economía, el tipo, el ambiente y el tiempo para una ejecución oportuna.

Vargas y Limaco (2019), realizaron una investigación, el cual busca la evaluación y comparación de los métodos VIZIR y PCI aplicados en una pavimentación. En la investigación no lo menciona, pero se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, además se empleará los métodos VIZIR y PCI, para evaluar 7.2 kilómetros. Se tuvo como resultado el valor del PCI de 3 tramos evaluados donde se obtuvo un PCI comprendido entre los valores 60 a 72, con ello podemos afirmar que el pavimento se encuentra en regular estado y según VIZIR el resultado dio similar denominación, esto con 74 unidades de muestra en el pavimento flexible.

Atahui y Morales (2020), desarrollaron una investigación, con el que se desea determinar la condición del pavimento flexible con el propósito de dar soluciones para su respectivo mantenimiento utilizando los métodos VIZIR y PCI en la Av. Malecón Checa. El estudio tiene una metodología aplicada, enfoque cuantitativo y descriptivo, además la investigación se realiza en el distrito de San Juan de Lurigancho donde para la metodología PCI se hará con 37 muestras en un área de 230 m<sup>2</sup> y VIZIR con 13 muestras en un área de 650 m<sup>2</sup>. En los resultados, obtuvieron fallas comunes como grietas longitudinales, hueco, piel de cocodrilo, parches y también se observa que se desprende agregados. Concluyeron que la vía investigada presenta 68% de daños entre ellos huecos y grietas de longitud, donde se obtuvo en VIZIR un valor de 2.46 y 82.72 según la metodología PCI, esto quiere decir que el pavimento se encuentra en buena-satisfactorio condición, respectivamente. Por lo tanto, proponen parches superficiales y sellado asfáltico superficial.

En antecedentes internacionales tenemos a Baque (2020), que realizó una investigación, que busca el diagnóstico del pavimento asfaltado de la vía Puerto Aeropuerto del tramo II. La investigación se desarrolló con una metodología aplicada y un nivel descriptivo en la ciudad de Manta en la provincia de Manabí tomando como muestra 26 unidades. Como resultado obtuvo 12 clases de daños en la metodología PCI, el cual se tiene como principal falla desprendimiento de agregados abarcando un

78.3% el cual es la cantidad mayor encontrada en la evaluación, y también se halló hinchamiento de la carretera con un porcentaje de 0.03% el cual es la cantidad menor encontrada en el análisis del pavimento. Concluyó que la carretera pavimentada que fue objeto de la investigación, necesita mejorar para los 12 tipos de daños encontrados ya que fueron producto de las cargas por el tránsito y las variaciones de temperatura del ambiente causante de grietas.

Coy (2017), desarrolló una investigación donde busca comparar y evaluar los métodos PCI y VIZIR de la carretera asfaltada 134 que abarca el tramo 52<sup>a</sup> y 53c. La metodología que se aplica en esta investigación es aplicada y de nivel comparativo. El estudio tuvo como resultado que el método VIZIR es sencilla de desarrollarla ya que toma criterios menores como fallas en su estructura, en el ahuellamiento, agrietamientos en su longitud por fatiga, piel de cocodrilo, baches y parches, a comparación de PCI que abarca más criterios en relación a los daños que sufren el pavimento. El autor concluyó que para la investigación la manera sencilla y rápida para la evaluación del estado real de la carretera, es a través de la metodología VIZIR donde obtuvo calificaciones similares a la metodología PCI con una condición buena de la vía asfaltada, además hace énfasis que el método PCI es más completa para el análisis de un pavimento flexible, pero es difícil aplicarla y desarrollarla.

Sierra y Rivas (2016), desarrollaron una investigación de título “Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 - PR 01+020 de la vía al Llano (DG BIS sur-calle 84 sur) en la UPZ Yomasa” que busca analizar, evaluar y comparar los métodos PCI y VIZIR para un pavimento flexible en la vía Dg 78 bis sur – calle 84 sur. Se desarrolló una metodología siguiendo los pasos como recabar información necesaria, inspección del trabajo en campo, análisis de datos y finalmente el informe final, ello utilizando los métodos de VIZIR y PCI. Los autores concluyen que realizaron una evaluación del pavimento con las metodologías, donde según PCI se tiene un valor de 89 calificado como pavimento excelente y VIZIR con un valor de 2 calificado como bueno, además concluyeron que el método VIZIR es más sencilla y más práctico con los 2 tipos de daños clasificados (estructural y superficial), por último concluyeron que la falla con más presencia en la carretera es el desprendimiento de agregados que abarca un 40.28% el cual VIZIR no toma en cuenta.



Riveros y Gaitán (2019), desarrollaron su investigación, donde busca determinar la relación existente del CBR y el pavimento estructural empleando los métodos VIZIR y PCI. En la investigación se desarrolló una metodología aplicada, nivel comparativo y se desarrolló en un tramo de la ciudad de Bogotá que se ubica en la carretera 21 entre calles 53 y 49, donde concluyeron que la metodología VIZIR es más práctica, pero ambas metodologías crecen equivalentemente con respecto al CBR excepto una sección donde según PCI califica de buenos (70 y 85) y VIZIR califica de regulares (57 y 71) valores donde la línea se dispersa y el tramo analizado fue denominado como marginal o regular debido a su condición actual. Se debe tener en consideración que la investigación se desarrolló con la metodología AASHTO para el diseño del pavimento.

## **Enfoques conceptuales**

### **Evaluación Superficial del pavimento flexible**

#### **Pavimento**

La pavimentación es una estructura comprendida por la subrasante, sub base, base y capa de rodamiento, elementos de una vía cuyo fin es tener resistencia y entre ellos distribuir los esfuerzos originados por la transitabilidad de vehículos y personas, llevando así comodidad vehicular (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015, p.20).

#### **Capa de Rodadura o superficial**

la capa de rodadura o rodamiento se expresa como el manto superficial del pavimento, en el caso de tipo flexibles sería capa asfáltica o también de concreto o de adoquines, su principal objetivo es sostenimiento continuo de vía transitable (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015, p21)

#### **Base**

Es la capa debajo de la capa de rodadura, para caso de pavimentos flexibles debajo de la carpeta asfáltica, este se encarga del sostenimiento, distribución y transmisión las cargas ejercidas en la superficie; además debe ser de material que pueda drenar en casos de lluvias o situaciones similares, da por entender que el ensayo de CBR debe ser > 80% y sino, debe ser tratada con cemento, cal o en todos los casos con asfalto. (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015, p.21).

## Sub base

Capa que se encuentra debajo de la base, es una capa de un material de carácter específico con espesor de acuerdo al diseño propuesto, la sub base actúa como sustento de la carpeta asfáltica y la base; además, ayuda con el control de agua mediante el drenaje. Esta capa se puede obviar, pero va a depender del tipo, del diseño y de su extensión; a diferencia de la base, la sub base debe tener un CBR > 40% o si no debe ser tratado con cemento, cal o en todos los casos con asfalto (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015, p.21).

## Pavimento Flexible

El pavimento flexible, conocido como pavimento asfáltico, constituido por una carpeta de asfalto, admite deformaciones menores en capas inferiores el cual no permite que falle la estructura, por una base granular, la sub base, este transmite cargas; y la sub rasante, encargado del soporte de todas las capas. Cabe mencionar que el pavimento flexible es económico en comparación de un pavimento rígido en su proceso constructivo, sin embargo, para el mantenimiento es lo contrario debido a su constante reparación (Alata y Ruiz; 2019, p.22).

Los pavimentos flexibles están constituidos por más de una emulsión asfáltica en caliente (HMA) o si no son tratados superficialmente, el cual depende del espesor de la carpeta de rodadura. Además, son llamados flexibles porque sus rigideces son similares en sus diferentes capas, por lo tanto, la estructura del pavimento se deforma de manera conjunta (todas las capas) al tener cargas transitables; también, depende de la superficie de rodamiento se puede clasificar de diferente manera (Menéndez, 2016, p.20).

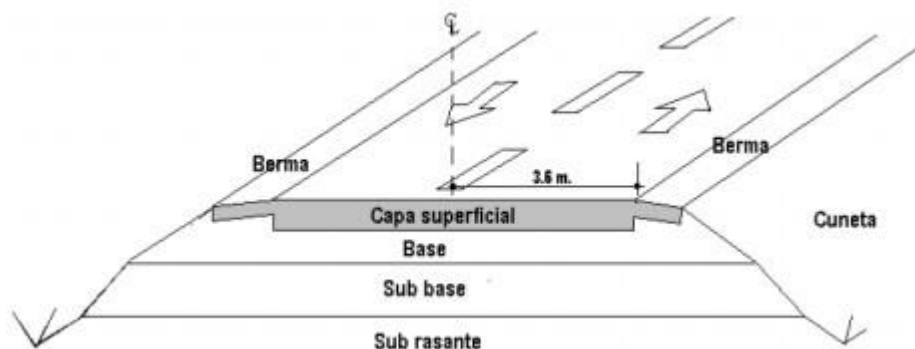


Figura 2. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible)

Se debe tener en cuenta el cálculo de las deformaciones (tensión y compresión), así como de esfuerzos para evaluar la carretera, considerando la ubicación de puntos máximos y críticos tanto para la capa sub rasante, base y carpeta de rodamiento (Menéndez, 2016, p.54). Así mismo al evaluar el pavimento flexible, mediante el análisis correspondiente se visualiza el estado real estructuralmente y superficialmente en el que se encuentra el pavimento, de esta manera ayuda a buscar alternativas de solución para poder conservar y mantener la vía con el propósito de extender la servicialidad de la vía (Baque, 2020, p.206).

### **Factores causantes del daño en el pavimento**

Se debe tener en cuenta los factores que provocan las anomalías en las carreteras, es por ello que autor Valeriano (2000, p.20) nos detalla aquellas causas que provocan tal evento:

- **Tránsito**

Este factor está relacionado con el tipo de vehículo y las veces que transita por la vía.

- **Calidad de materiales**

Se caracteriza por los escasos estudios de canteras y por ende, por los deficientes ensayos que se realizan.

- **Deficiencias en el proceso constructivo**

No existe mano de obra adecuada, no respetan el diseño vial y, por último, no existe supervisión constante del proyecto.

- **Medio Ambiente**

Es un factor principal influyente en los daños de las vías, el constante cambio climático genera que el pavimento se agriete y una vez producido ello la tasa de deterioro se incrementa.

- **Factores aleatorios**

Son aquellos factores externos como colapso de aguas servidas y pluviales, o intervención humana.

- **Deficiente mantenimiento**

No existe personal capacitado, recurso económico limitado, materiales deficientes, etc.

Todo lo mencionado anteriormente provoca daños y/o fallas en el pavimento es por ello que existen distintas maneras de clasificar las fallas en los pavimentos, por tanto, es importante conocer el origen de las fallas y las causas que las ocasionaron, con la finalidad de analizarlas y dar una solución técnica acorde al problema. Las fallas se clasifican en: Superficiales, grietas, deformaciones plásticas, parches y otros defectos. Dentro de los superficiales tenemos la exudación, corrugación, hinchamiento, desintegración, desgaste, disgregación y envejecimiento. Dentro de las grietas tenemos al agrietamiento por fatiga también conocida como piel de cocodrilo, bloque, reflexión de juntas, deslizamiento, fisuramiento en el borde, fisuramiento parabólico, transversal y longitudinal. Dentro de las deformaciones plásticas tenemos a depresión, ahuellamiento, elevación de encuentro con losa, expansión o hinchamiento (Sáez, 2019, p.28).

Existen diferentes daños originados por factores diversos los cuales fueron evaluados en campo y en laboratorio, estos fueron clasificados dependiendo de la severidad ya sea baja, media o alta (Ministerio de transporte, Instituto Nacional de vías, 2006).



Figura 3. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles

Según el Departamento de administración y evaluación de pavimentos (2016, p.20) se presentan 20 tipos de daños frecuentes en los pavimentos flexibles, los cuales se agrupan en 4 secciones el cual depende la rotura o falla.

#### **A. Deformaciones permanentes**

- Hinchamiento
- Corrugación
- Corrimiento
- Hundimiento
- Corrugación

#### **B. Fisuraciones o agrietamientos**

- Fisura longitudinal
- F. transversal
- F. en bloques
- F. tipo piel de cocodrilo
- F. reflejadas
- F. den arco

#### **C. Desintegraciones**

- Pulimento superficial
- Baches
- Peladuras
- Rotura de bordes
- Estrías longitudinales
- Peladuras

#### **D. Otros**

- Bacheos/reparaciones
- Bombeo/exudación de agua
- Exudación de asfalto

**Metodologías para la evaluar el pavimento flexible**

En la actualidad existen dos metodologías, el método francés VIZIR (Visión Inspección de Áreas y Rutas de Riesgo) y el método norteamericano PCI (Pavement Condition Index), los cuales son empleados para evaluar la condición de los pavimentos. (Mamani, Pancca y Huarca, 2018).

- **Metodología PCI**

El método PCI (Índice de Condición de Pavimento) evalúa y califica superficialmente el pavimento flexible, es una herramienta eficaz de procedimientos no complejos para obtención la condición real de las carreteras, además no es necesario utilizar materiales sofisticados para su análisis (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015).

Esta práctica determina la condición del pavimento la inspección visual del PCI, este método ayuda a cuantificar la situación real del pavimento. El PCI para carreteras se desarrolló por ingenieros que pertenecían al Cuerpo de Ejército Americano, este método nos proporciona un indicador numérico de 0 a 100. La metodología clasifica en 7 bloques dependiendo del indicador numérico, el primero denominado fallado (0-100), luego muy malo (10-25), malo (25-40), regular (40-55), bueno (55-70), muy bueno (70-85) y excelente (85-100).

**Tabla 1.** Rangos de clasificación según PCI

RANGOS	CLASIFICACION
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 – 25	Malo
25 - 10	Muy malo
0 - 10	Fallado

Fuente: Elaboración propia

El PCI proporciona una medida del estado real del pavimento, a través de los daños que presenta la superficie del pavimento, también analiza la parte estructural (presentan deterioro en la parte estructural del pavimento afectando al comportamiento por causa de las cargas externas) y operacional (o también funcional

que muestra la trabajabilidad del pavimento, es decir la superficie y estética), permitiendo identificar sectores con malas condiciones de textura y en general de seguridad. La metodología PCI no mide estructuralmente la capacidad del pavimento, tampoco facilita una medición que resista al deslizamiento. Otorga objetivos que permiten concretar el mantenimiento adecuado de la vía, que engloba la necesidad de reparación para cada tipo de falla. La evaluación continua de la metodología PCI, permite analizar la condición generada de cada avería el cual se puede proyectar la reparación y/o mantenimiento a corto o mediano plazo.

- **Metodología VIZIR**

El método VIZIR es de sencillo procedimiento, el cual busca diferenciar las fallas funcionales y las fallas estructurales. Esta metodología evalúa el estado real del pavimento a través del índice superficial (Is), el cual es un valor adimensional calculado por el área dañada y la extensión del mismo. El valor del deterioro se encuentra entre los rangos de 1 a 7, siendo 1 calificado como estado perfecto del pavimento y 7 como pavimento fallado; se clasifica en bueno (1-2), regular (3-4) y malo (5-7) (Pancca, Huarca, Corrales, Mamani y Apaza, 2016).

Según Parra (2018) , para hallar el Índice Superficial, se debe realizar los cálculos correspondientes del Índice Fisurado, relacionado con la prolongación de las fisuras-grietas de tipo estructural y la gravedad, y el Índice de Deformación, relacionado la prolongación de deformación estructural y de la gravedad. Una vez obtenido los dos índices, se realiza una primera calificación donde será corregida por la extensión y calidad de los resanes, ello se determina a través de la relación de severidad y prolongación, y va a depender del tipo de falla.

**Tabla 2.** *Calificación del estado de la superficie del pavimento*

Intervalos de Is	Calificación de Estado de Superficie
1-2	Bueno
3-4	Regular
5-7	Malo

Fuente: Elaboración propia

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La metodología empleada en la investigación de tipo es aplicada, porque se utilizan teorías que están sustentando las variables de investigación. Las investigaciones aplicadas, se basan en resultados de las investigaciones conocidas como básicas y que estén orientadas en resolver problemas en la sociedad (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p.136).

##### **Enfoque de investigación**

En relación al enfoque cuantitativa que está vinculada con números y procesos matemáticos, en la actualidad, incorpora alternativas grupales con el propósito de adquirir teorías verdaderas. Cada parte lleva a una secuencia, donde se analiza y vincula medidas realizando un proceso estadístico adecuado, para culminar con las conclusiones en relación a las posibles respuestas proyectadas. Por ende, la metodología cuantitativa nos ayuda comprobar las respuestas planteadas al inicio de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.3-6).

##### **Diseño de investigación**

Acerca del diseño, corresponde a una investigación de carácter no experimental, es decir, las variables de la investigación no se pueden ser manipulables. Los diseños no experimentales se realizan sin la manipulación intencionada de las variables, pero se pueden apreciar los fenómenos para realizar su evaluación correspondiente (Hernández y Mendoza, 2018, p.175).

##### **Nivel de investigación**

Respecto al nivel, la investigación corresponde a un nivel descriptivo, ya que los resultados se explicarán los fenómenos sucedidos. Refieren al nivel descriptivo porque buscan describir las propiedades y las características de las variables de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.108).

#### **3.2. Variable y Operacionalización**

**Variable** : Evaluación superficial del pavimento flexible



**Definición Conceptual:** Para evaluar la condición de los pavimentos se requiere de un estudio adecuado, donde se detalla la condición actual de la carretera considerando las características superficiales y estructurales del pavimento, con el propósito de generar alternativas de solución para el mantenimiento y/o reparación de la vía y prolongar su vida útil de servicio (Baque, 2020).

**Definición Operacional:** La variable evaluación superficial del pavimento flexible se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión (Estado).

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población**

Se define como el total de las unidades a estudiar que tiene las características que son requeridas para considerarse como tales. Estas unidades pueden ser objetos, personas y otros (Ñaupas et al., 2018, p.334). Por tanto, la población estuvo conformada por el tramo San Juan de Pueblo Libre.

#### **Muestra**

No es una cantidad establecida que se tenga que tener en cuenta, sin embargo, es de suma importancia delimitar apropiadamente (Arias, 2021, p.116). Es por ello, la muestra para la investigación estuvo delimitada por 1 k del tramo San Juan de Pueblo Libre, que corresponde a la mitad de la población.

#### **Muestreo**

En ese contexto, la investigación presenta un muestreo no probabilístico, por cuanto esta ha sido seleccionada por conveniencia de los investigadores que es del tramo San Juan de Pueblo Libre. Para los valores de carácter no probabilístico, se debe tener en consideración los criterios y contenido del proyecto de investigación, más no de un asunto probabilístico (Hernández y Mendoza, 2018, p.200).



*Figura 4.* Carretera del tramo San Juan de Pueblo Libre

### **3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

En el estudio se utilizará la técnica de la observación. Con esta técnica es aquella relacionada directamente entre el objeto a investigar y la persona quien la realiza, utilizando medios para dicho fin (Ñaupas et al. , 2018, p.281).

A cerca de los instrumentos, se utilizarán las fichas de evaluación de cada metodología, una vez obtenido la información necesaria será plasmada en las hojas de cálculo del Microsoft Excel. Estos instrumentos nos permitirán anotar las características presentadas durante la investigación, y por ultimo conllevará a evaluar la condición real del pavimento.

#### **Validez**

La validez debe ser auténtico, para la descripción de las variables de la investigación. Para ello, se acondicionará instrumentos que apoyen a la recolección de información como la ficha destinada para este fin, este será el cual será elaborada para la aplicación de las metodologías PCI y VIZIR, se debe apreciar que ambos métodos

proporcionan procesos de selección de muestras para su respectiva aplicación, la evaluación se dará a todo el tramo a investigar (Hernández y Mendoza, 2018, p.323).

### 3.5. Procedimiento

Se evaluará cada falla inspeccionado del pavimento con el objetivo de tener información, para ello se debe contar con un registro de daños, para así poder clasificar las fallas, esta etapa es de gran importancia, por ello se efectuará por sectores teniendo en cuenta los criterios de las metodologías PCI y VIZIR.



Figura 5. Procedimiento de la investigación

### 3.6. Método de análisis de datos

Para la siguiente etapa, la información de los daños será empleado para evaluar y analizar el nivel de deterioro de la carretera, para lo cual se necesita el cálculo correspondiente para hallar la condición del pavimento. En la próxima fase se realizará la metodología PCI, cuyo fin será analizar las condiciones reales del pavimento evaluado.

### 3.7. Aspectos éticos

La ética es el estudio de la moral. Se toma como verdaderos los resultados obtenidos por la investigación sin cambiar datos, con el fin de ser evaluada y calculada. Para la validar la ficha, estuvo encargado un profesional responsable (Hernández y Mendoza, 2018, p.687).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características generales de la vía en estudio

La vía por estudiar es el tramo San Juan de Pueblo Libre, que contempla las siguientes características:

- Longitud vía de estudio: 1000 m.
- Ancho de calzada: 5.00 m.
- Longitud de unidad de muestreo: 50 metros.
- Área unidad de muestreo: 250 m<sup>2</sup>.
- Numero de muestras: 20 muestras.
- Números de carriles: 1
- Tipo de pavimento: Flexible

### 4.2. Evaluación de la condición del pavimento








La zona de investigación se eligió debido a una problemática referente al estado de la carretera, ya que la vía, debido a la falta de mantenimiento y al aumento del tránsito ha generado agrietamientos y fallas en su estructura.

Cabe resaltar que para la metodología seguida por el PCI se tomó cada 50 metros, considerando el área de muestreo de 225 +/- 90 m<sup>2</sup>, y por el VIZIR se tomó en consideración solo de 50 metros.

#### 4.2.1. Evaluación de la superficie de rodadura por método PCI

Luego de haber aplicado el método PCI y conseguir la clasificación de la tipología de daños encontrados en la carretera, se muestra en la siguiente tabla que presenta su condición y la clasificación del pavimento según la metodología PCI para las 20 unidades de muestreo por 1 intervalo.

**Tabla 3.** Rangos de calificación del PCI

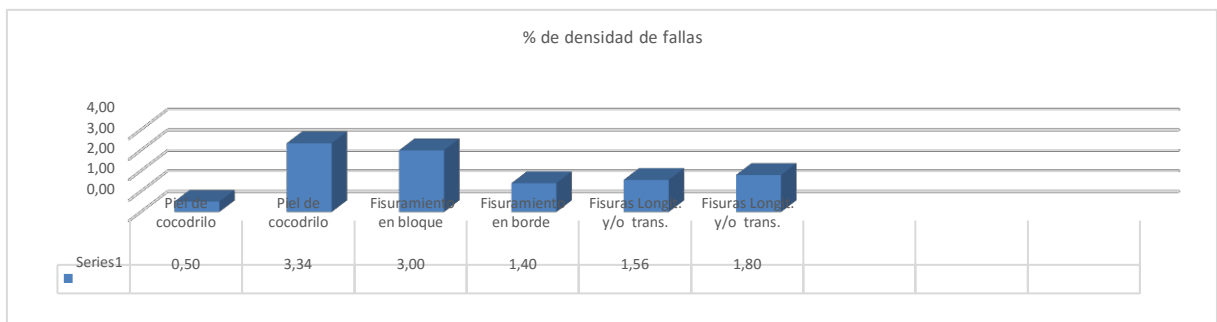
Rango	Clasificació	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. Evaluación del 1º tramo**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	L	2.1	0.6		1.26		
Piel de cocodrilo	m2	M	15.2	0.55		8.36		
Fisuramiento en bloque	m2	L	7.5	1		7.5		
Fisuramiento en borde	m	L	3.5			3.5		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	3.9			3.9		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	H	4.5			4.5		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido más alto)	VDT máximo	#máximo VD
Piel de cocodrilo	m2	L	1.26	0.50	7	<b>35</b>	<b>6.97</b>	7
Piel de cocodrilo	m2	M	8.36	3.34	35			
Fisuramiento en bloque	m2	L	7.5	3.00	2			
Fisuramiento en borde	m	L	3.5	1.40	2			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	3.9	1.56	0			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	H	4.5	1.80	12	q (valores deducidos mayor a 2)		
						<b>3</b>		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS					VDT	Q	VDC (ábaco)	
35	12	6.79			<b>53.79</b>	<b>3</b>	<b>34.1</b>	
35	12	2			<b>49</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	
35	2	2			<b>39</b>	<b>1</b>	<b>39</b>	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 6. Porcentaje de densidad de fallas del 1º tramo**

<b>HDV</b>	<b>39</b>
<b>PCI</b>	<b>61</b>
<b>CLASIFICACIÓN</b>	
<b>BUENO</b>	

COMENTARIO: La calificación del primer tramo resultó buena ya que tiene una calificación de valor 61 y se encuentra piel de cocodrilo, fisuramiento en bloque, fisuramiento en borde, fisuras longitudinales y transversales.

**Tabla 5. Evaluación del 2º tramo**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL				
Piel de cocodrilo	m2	M	3.5	1.5		5.25				
Piel de cocodrilo	m2	M	2.5	1		2.5				
Piel de cocodrilo	m2	M	4.9	2.1		10.29				
Piel de cocodrilo	m2	H	2.8	0.9		2.52				
Fisuramiento en borde	m	L	3.6			3.6				
Fisuramiento en borde	m	L	1.9			1.9				
Desnivel carril/espaldón	m	M	1.2			1.2				
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	3.7			3.7				
Baches	und	L			2	2				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)- tabla	VDT (valor deducido mas alto)	VDT maximo	#maximo VD		
Piel de cocodrilo	m2	M	18.04	7.22	42	<b>42</b>	<b>6.33</b>	7		
Piel de cocodrilo	m2	H	2.52	1.01	31					
Fisuramiento en borde	m	L	5.5	2.20	2.4					
Desnivel carril/espaldón	m	M	1.2	0.48	0					
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	3.7	1.48	3					
Baches	und	L	2	0.80	18	q (valores deducidos mayor a 2)				
						<b>5</b>				
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV (ábaco)		
42	31	18	3	2.4		<b>96.4</b>	<b>5</b>	<b>52</b>		
42	31	18	3	2		<b>96</b>	<b>4</b>	<b>55</b>		
42	31	18	2	2		<b>95</b>	<b>3</b>	<b>59.1</b>		
42	31	2	2	2		<b>79</b>	<b>2</b>	<b>57</b>		
42	2	2	2	2		<b>50</b>	<b>1</b>	<b>50</b>		

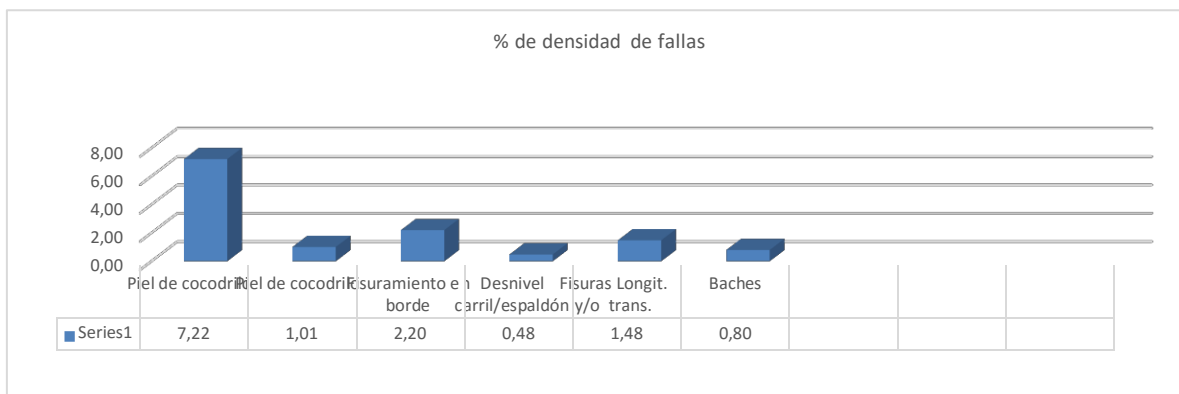


Figura 7. Porcentaje de densidad de fallas del 2º tramo

<b>HDV</b>	<b>59.1</b>
<b>PCI</b>	<b>40.9</b>

CLASIFICACIÓN

**REGULAR**

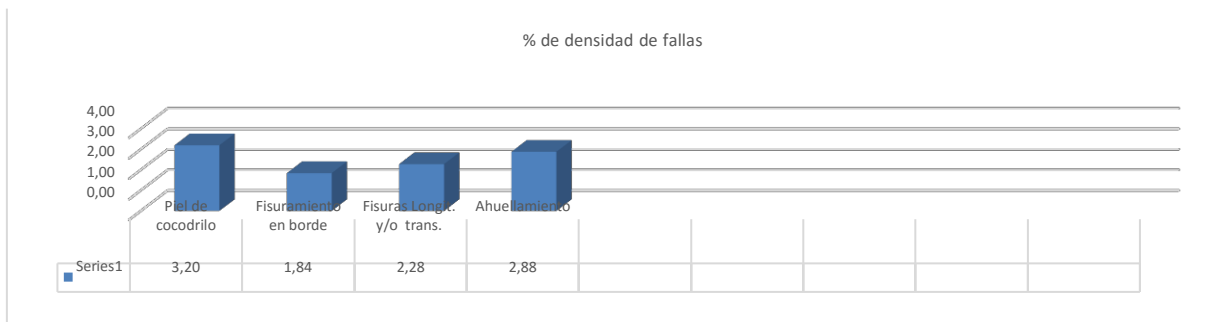
COMENTARIO: La calificación del segundo tramo resultó regular ya que tiene una calificación de valor 40.9 y se encuentra piel de cocodrilo, fisuramiento en borde, desnivel carril/espaldón, fisuras longitudinales y transversales; y baches.

Tabla 6. Evaluación del 3º tramo

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	M	4.7	1.7		7.99		
Fisuramiento en borde	m	H	2.7			2.7		
Fisuramiento en borde	m	H	1.9			1.9		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	3.1			3.1		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	2.6			2.6		
Ahuellamiento	m2	M	4.5	1.6		7.2		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido mas alto)	VDT maximo	#maximo VD
Piel de cocodrilo	m2	M	7.99	3.20	33	<b>33</b>	<b>7.15</b>	8
Fisuramiento en borde	m	H	4.6	1.84	10			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	5.7	2.28	0.2			

Ahuellamiento	m2	M	7.2	2.88	29.2			
						q (valores deducidos mayor a 2)		
						<b>3</b>		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV (ábaco)
33	29.2	10				<b>72.2</b>	<b>3</b>	<b>46</b>
33	29.2	2				<b>64.2</b>	<b>2</b>	<b>47.9</b>
33	2	2				<b>37</b>	<b>1</b>	<b>36.2</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 8. Porcentaje de densidad de fallas del 3º tramo**

<b>HDV</b>	<b>47.9</b>
<b>PCI</b>	<b>52.1</b>
<b>CLASIFICACIÓN</b>	
<b>REGULAR</b>	

COMENTARIO: La calificación del tercer tramo resultó regular ya que tiene una calificación de valor 52.1 y se encuentra piel de cocodrilo, fisuramiento en borde, fisuras longitudinales y transversales; y ahuellamiento.

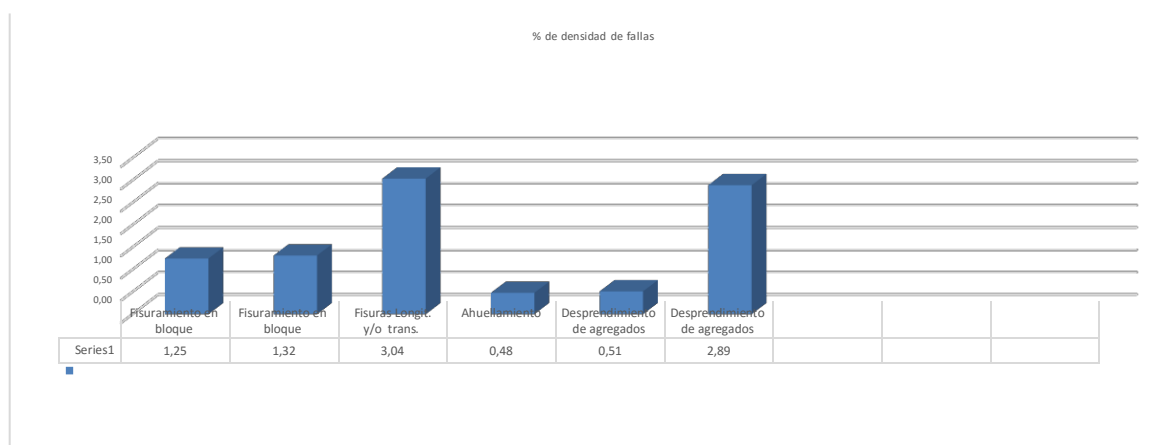
**Tabla 7. Evaluación del 4º tramo**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL
Fisuramiento en bloque	m2	L	2.6	1.2		3.12
Fisuramiento en bloque	m2	H	1.7	0.7		1.19
Fisuramiento en bloque	m2	H	2.1	1		2.1
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	2.5			2.5
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	1.9			1.9
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	3.2			3.2
Ahuellamiento	m2	M	1.5	0.8		1.2



Desprendimiento de agregados	m2	L	1.6	0.8				1.28
Desprendimiento de agregados	m2	H	2.4	1.1				2.64
Desprendimiento de agregados	m2	H	2.7	1.7				4.59
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido o mas alto)	VDT maximo	#maximo VD
Fisuramiento en bloque	m2	L	3.12	1.25	0.1	<b>25</b>	<b>7.89</b>	8
Fisuramiento en bloque	m2	H	3.29	1.32	8			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	7.6	3.04	8.8			
Ahuellamiento	m2	M	1.2	0.48	12			
Desprendimiento de agregados	m2	L	1.28	0.51	0.9			
Desprendimiento de agregados	m2	H	7.23	2.89	25	q (valores deducidos mayor a 2)		
						<b>4</b>		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV (ábaco)
25	12	8.8	8			<b>53.8</b>	<b>4</b>	<b>34</b>
25	12	8.8	2			<b>47.8</b>	<b>3</b>	<b>30</b>
25	12	2	2			<b>41</b>	<b>2</b>	<b>32.1</b>
25	2	2	2			<b>31</b>	<b>1</b>	<b>31</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 9.** Porcentaje de densidad de fallas del 4ºtramo

<b>HDV</b>	<b>34</b>
<b>PCI</b>	<b>66</b>

CLASIFICACIÓN

**BUENO**

COMENTARIO: La calificación del cuarto tramo resultó bueno ya que tiene una calificación de valor 66 y se encuentra fisuramiento en bloque, fisuramiento en bloque, fisuramiento longitudinal o transversal, ahuellamiento y desprendimiento de agregados.

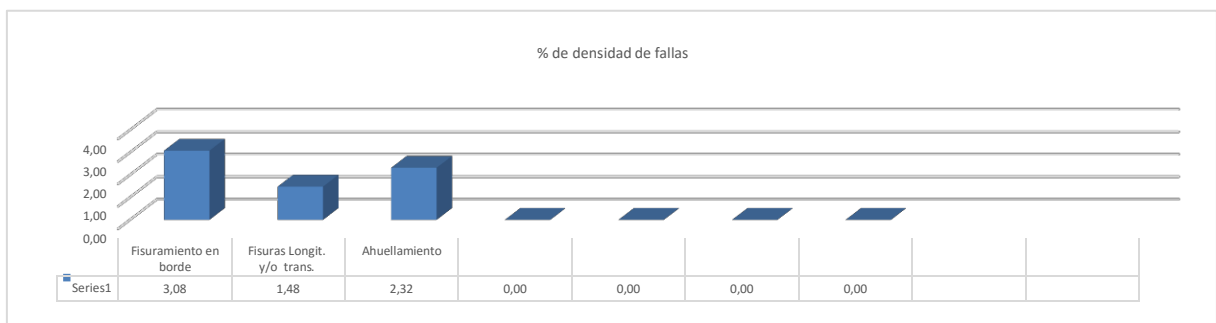
**Tabla 8. Evaluación del 5º tramo**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	M	3.1	1.1		3.41		
Piel de cocodrilo	m2	M	2.9	1.2		3.48		
Fisuramiento en borde	m	L	2.3			2.3		
Desnivel carril/espaldón	m	M	1.6			1.6		
Desnivel carril/espaldón	m	M	2.9			2.9		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	3.2			3.2		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	2.7			2.7		
Parche	und	L			3	3		
Ahuellamiento	m2	H	1.7	1.3		2.21		
Desprendimiento de agregados	m2	M	2.1	1.7		3.57		
Desprendimiento de agregados	m2	M	2.4	0.8		1.92		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido o mas alto)	VDT maximo	#maximo VD
Piel de cocodrilo	m2	M	6.89	2.76	31	<b>31</b>	<b>7.34</b>	8
Fisuramiento en borde	m	L	2.3	0.92	2			
Desnivel carril/espaldón	m	M	4.5	1.80	4			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	M	5.9	2.36	7			
Parche	und	L	3	1.20	2.3			
Ahuellamiento	m2	H	2.21	0.88	26.3	q (valores deducidos mayor a 2)		
Desprendimiento de agregados	m2	M	5.49	2.20	10	<b>6</b>		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS					CDT	Q	CDV (ábaco)	
31	26.3	10	7	4	<b>2.3</b>			
31	26.3	10	7	4	2			
						<b>80.6</b>	<b>6</b>	<b>37</b>
						<b>80.3</b>	<b>5</b>	<b>43.7</b>



			0	0.00				
			0	0.00			q (valores deducidos m	
			0	0.00				
							<b>3</b>	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV (ábaco)
28	10	8.5					∴	<b>30</b>
28	10	2					∴	<b>31</b>
28	2	2					∴	<b>31.4</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 11. Porcentaje de densidad de fallas del 6° tramo**

<b>HDV</b>	<b>31.4</b>
<b>PCI</b>	<b>68.6</b>

CLASIFICACIÓN

**BUENO**

COMENTARIO: La calificación del sexto tramo resultó bueno ya que tiene una calificación de valor 68.6 y se encuentra piel de cocodrilo, fisuramiento en borde, desnivel carril/espaldón, fisuras longitudinales y/o transversales, parche, ahuellamiento y desprendimiento de agregados.

**Tabla 10. Evaluación del 7° tramo**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL
Piel de cocodrilo	m2	L	2.3	1.7		3.91
Piel de cocodrilo	m2	H	1.9	1.1		2.09
Depresión	m2	M	3.1	0.8		2.48
Fisuramiento en borde	m	M	2.5			2.5
Fisuramiento en borde	m	M	1.9			1.9
Fisuramiento en borde	m	H	1.4			1.4
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	1.1			1.1
Ahuellamiento	m2	M	2.4	1.7		4.08
Ahuellamiento	m2	M	3.2	1.1		3.52

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES											
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido más alto)	VDT maximo	#maximo VD			
Piel de cocodrilo	m2	L	3.91	1.56	14.3	<b>30</b>	<b>7.50</b>	8			
Piel de cocodrilo	m2	H	2.09	0.84	29.2						
Depresión	m2	M	2.48	0.99	8.6						
Fisuramiento en borde	m	M	4.4	1.76	6.9						
Fisuramiento en borde	m	H	1.4	0.56	10						
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	1.1	0.44	0	q (valores deducidos mayor a 2)					
Ahuellamiento	m2	M	7.6	3.04	30	<b>6</b>					
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV (ábaco)
30	29.2	14.3	10	8.6	<b>6.9</b>				<b>99</b>	<b>6</b>	<b>50.3</b>
30	29.2	14.3	10	8.6	2				<b>94.1</b>	<b>5</b>	<b>51</b>
30	29.2	14.3	10	2	2				<b>87.5</b>	<b>4</b>	<b>50</b>
30	29.2	14.3	2	2	2				<b>79.5</b>	<b>3</b>	<b>50.1</b>
30	29.2	2	2	2	2				<b>67.2</b>	<b>2</b>	<b>50</b>
30	2	2	2	2	2				<b>40</b>	<b>1</b>	<b>40.2</b>

Fuente: Elaboración propia

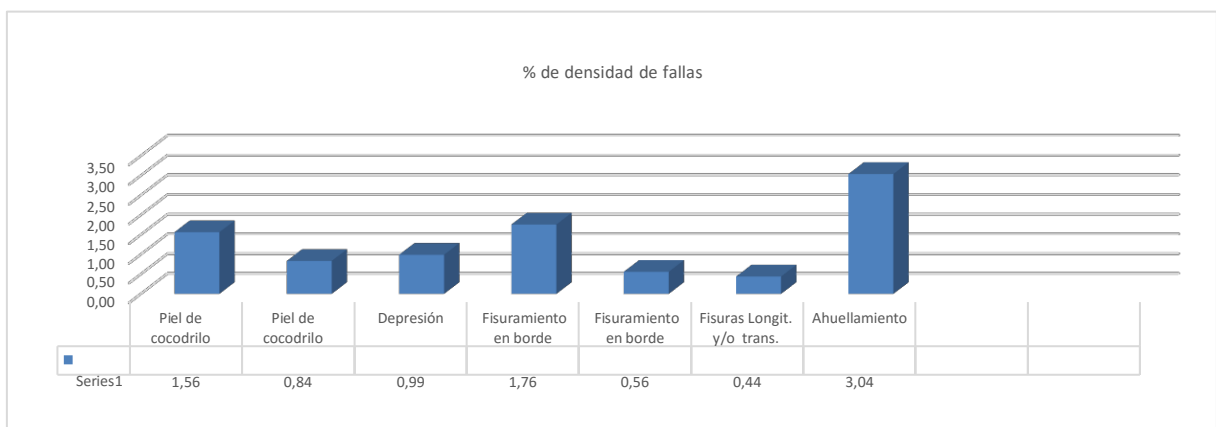


Figura 12. Porcentaje de densidad de fallas del 7° tramo

<b>HDV</b>	<b>51</b>
<b>PCI</b>	<b>49</b>

CLASIFICACIÓN

**REGULAR**



COMENTARIO: La calificación del séptimo tramo resultó regular ya que tiene una calificación de valor 49 y se encuentra piel de cocodrilo, depresión, fisuramiento en borde, fisuramiento longitudinal y/o transversal y ahuellamiento.

**Tabla 11. Evaluación del 8° tramo**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL				
Piel de cocodrilo	m2	H	4.1	1.9		7.79				
Piel de cocodrilo	m2	H	3.9	1.1		4.29				
Piel de cocodrilo	m2	H	4.7	1.4		6.58				
Fisuramiento en borde	m	M	2.9			2.9				
Fisuramiento en borde	m	M	3.1			3.1				
Fisuramiento en borde	m	M	3			3				
Ahuellamiento	m2	M	1.7	1.1		1.87				
Ahuellamiento	m2	M	2.9	2		5.8				
Ahuellamiento	m2	M	1.9	0.7		1.33				
Desprendimiento de agregados	m2	H	4.2	2.3		9.66				
Desprendimiento de agregados	m2	H	3.7	1.2		4.44				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido mas alto)	VDT maximo	#maximo VD		
Piel de cocodrilo	m2	H	18.66	7.46	59	<b>59</b>	<b>4.77</b>	5		
Fisuramiento en borde	m	M	9	3.60	35					
Ahuellamiento	m2	M	9	3.60	8.8					
Desprendimiento de agregados	m2	H	14.1	5.64	32					
				0.00		q (valores deducidos mayor a 2)				
				0.00		<b>4</b>				
				0.00						
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV (ábaco)
59	35	32	8.8					<b>134.8</b>	<b>4</b>	<b>74.1</b>
59	35	32	2					<b>128</b>	<b>3</b>	<b>77</b>
59	35	2	2					<b>98</b>	<b>2</b>	<b>68</b>
59	2	2	2					<b>65</b>	<b>1</b>	<b>64.1</b>

Fuente: Elaboración propia

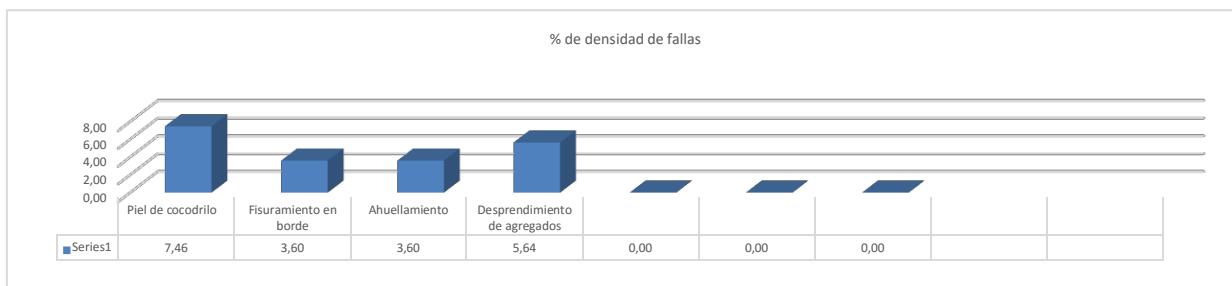


Figura 13. Porcentaje de densidad de fallas del 8° tramo

<b>HDV</b>	<b>77</b>
<b>PCI</b>	<b>23</b>

CLASIFICACIÓN

**MUY MALO**

COMENTARIO: La calificación del octavo tramo resultó muy malo ya que tiene una calificación de valor 23 y se encuentra piel de cocodrilo, depresión, fisuramiento en borde, fisuramiento longitudinal y/o transversal y ahuellamiento.

Tabla 12. Evaluación del 9° tramo

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	M	3.5	1.1		3.85		
Piel de cocodrilo	m2	M	4.1	1		4.1		
Exudación	m2	L	2.7	1.2		3.24		
Depresión	m2	L	3.3	2.4		3.3		
Fisuramiento en borde	m	L	3.6			3.6		
Fisuramiento en borde	m	L	3.9			3.9		
Desnivel carril/espaldón	m	L	2.9			2.9		
Desnivel carril/espaldón	m	L	3.4			3.4		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	H	3.8			3.8		
Hinchamiento	m2	H	2.9	2.4		6.96		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido mas alto)	VDT maximo	#maximo VD
Piel de cocodrilo	m2	H	7.95	3.18	47	<b>47</b>	<b>5.87</b>	6
Exudación	m2	L	3.24	1.30	0			
Depresión	m2	L	3.3	1.32	5			
Fisuramiento en borde	m	L	7.5	3.00	3			
Desnivel carril/espaldón	m	L	6.3	2.52	2.1			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	H	3.8	1.52	10.3	q (valores deducidos mayor a 2)		
Hinchamiento	m2	H	6.96	2.78	39	<b>6</b>		

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV (ábaco)	
47	39	10.3	5	3	2.1			106.4	6	54.2	
47	39	10.3	5	3	2			106.3	5	63	
47	39	10.3	5	2	2			105.3	4	60	
47	39	10.3	2	2	2			102.3	3	64	
47	39	2	2	2	2			94	2	66	
47	2	2	2	2	2			57	1	56	

Fuente: Elaboración propia

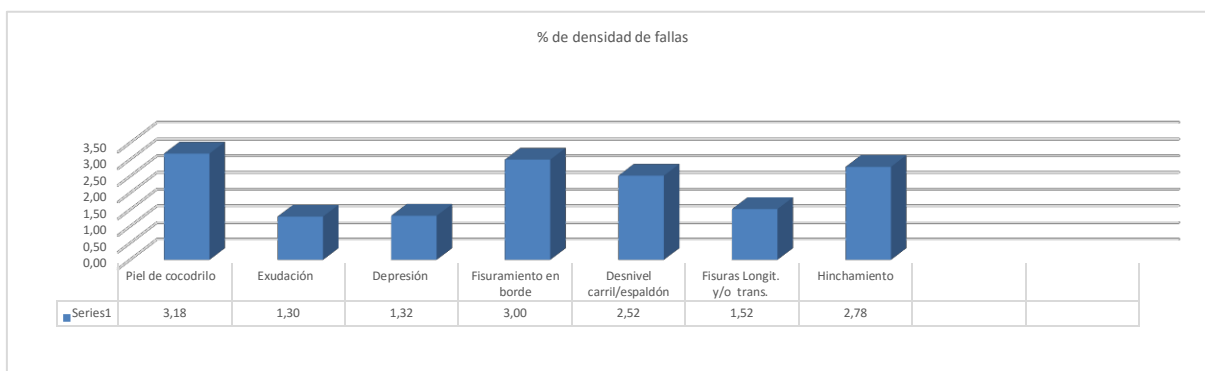


Figura 14. Porcentaje de densidad de fallas del 9° tramo

<b>HDV</b>	<b>66</b>
<b>PCI</b>	<b>34</b>

CLASIFICACIÓN

**MALO**

COMENTARIO: La calificación del noveno tramo resultó malo ya que tiene una calificación de valor 34 y se encuentra piel de cocodrilo, exudación, depresión, fisuramiento en borde, desnivel carril/espaldón, fisuras longitudinales y/o transversal e hinchamiento.

Tabla 13. Evaluación del 10° tramo

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	Und	TOTAL
Piel de cocodrilo	m2	H	4.1	1		4.1
Fisuramiento en bloque	m2	M	4.2	2.7		11.34
Fisuramiento en bloque	m2	M	3.7	1.8		6.66
Fisuramiento en bloque	m2	M	4.5	1.9		8.55
Fisuramiento en borde	m	H	2.7			2.7
Fisuramiento en borde	m	H	3.2			3.2
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	1.7			1.7
Fisuras Longit. y/o trans.	m	H	2.6			2.6
Ahuellamiento	m2	H	3.6	1.2		4.32
Hinchamiento	m2	H	4	1.7		6.8



VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD (mayor a 2)-tabla	VDT (valor deducido mas alto)	VDT maximo	#maximo VD
Piel de cocodrilo	m2	H	4.1	1.64	37	<b>37</b>	<b>6.79</b>	7
Fisuramiento en bloque	m2	M	26.55	10.62	18.8			
Fisuramiento en borde	m	H	5.9	2.36	9.9			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	L	4.3	1.72	0			
Ahuellamiento	m2	H	4.32	1.73	34			
Hinchamiento	m2	H	6.8	2.72	37	q (valores deducidos mayor a 2)		
						<b>5</b>		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV (ábaco)
37.1	37	34	18.8	9.9		<b>136.8</b>	<b>5</b>	<b>72</b>
37.1	37	34	18.8	2		<b>128.9</b>	<b>4</b>	<b>70.1</b>
37.1	37	34	2	2		<b>112.1</b>	<b>3</b>	<b>68.7</b>
37.1	37	2	2	2		<b>80.1</b>	<b>2</b>	<b>57</b>
37.1	2	2	2	2		<b>45.1</b>	<b>1</b>	<b>45</b>

Fuente: Elaboración propia

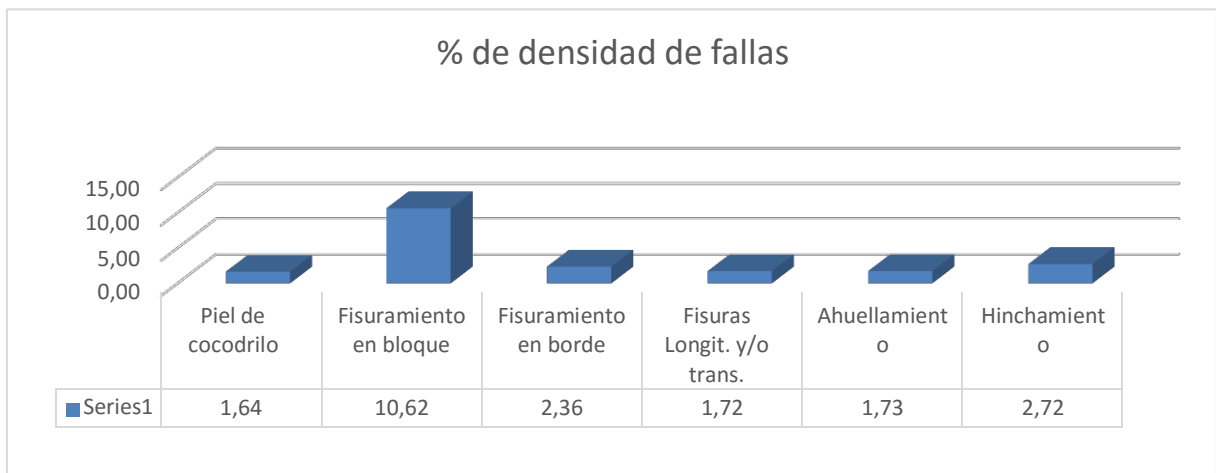


Figura 15. Porcentaje de densidad de fallas del 10° tramo

<b>HDV</b>	<b>72</b>
<b>PCI</b>	<b>28</b>

CLASIFICACIÓN

**MALO**

COMENTARIO: La calificación del décimo tramo resultó malo ya que tiene una calificación de valor 28 y se encuentra piel de cocodrilo, Fisuración en bloque, fisuramiento borde, fisura longitudinal y/o transversal, ahuellamiento e hinchamiento.

#### 4.2.2. Evaluación de la superficie de rodadura por método VIZIR

Se tomará la misma cantidad de muestra que de la metodología PCI, se utilizará las 20 muestras para la investigación, por lo cual se utilizó tablas de índice de deterioro superficial (Is), índice de Fisuración e índice de deformación, los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 14.** Índice de deterioro superficial

ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS)	
RANGO	CLASIFICACIÓN
1 y 2	BUENO
3 y 4	MARGINAL
5,6 y 7	DEFICIENTE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.** Índice de Fisuración y deformación

RESUMEN Índice de Fisuración (If)					Índice de Deformación (Id)				
Gravedad	Extensión				Gravedad	Extensión			
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %	
1	1	2	3		1	1	2	3	
2	2	3	4		2	2	3	4	
3	3	4	5		3	3	4	5	

PRIMERA CLASIFICACIÓN DE ÍNDICE DE DETERIORO	Id/ If	Índice de Fisuración (If)			
		0	1-2	3	4-5
0	1	2	3	4	
1	3	3	4	5	
2	3	3	4	5	
3	4	5	5	6	
4	5	6	7	7	
5	5	6	7	7	

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo los siguientes resultados mediante la evaluación de la metodología VIZIR.

**Tabla 16.** Clasificación según Metodología VIZIR

PROGRESIVAS A EVALUAR	VALOR VIZIR	CLASIFICACION
13+000	13+050	2 BUENO
13+100	13+150	3 MARGINAL
13+200	13+250	4 MARGINAL
13+300	13+350	4 MARGINAL
13+400	13+450	3 MARGINAL
13+500	13+550	4 MARGINAL
13+600	13+650	4 MARGINAL
13+700	13+750	4 MARGINAL
13+800	13+850	4 MARGINAL
13+900	13+950	4 MARGINAL

Fuente: Elaboración propia

COMENTARIO: La calificación según la metodología VIZIR, la carretera en las progresivas evaluadas se encuentra en condiciones marginales.

#### 4.2.3. Comparación de metodología PCI vs VIZIR

Se realizó un promedio de la clasificación del estado del pavimento para todo el tramo vial estudiado, obteniendo lo siguiente:

UNIDAD DE MUESTREO	PCI		VIZIR	
	PCI Promedio	Categoría de intervención	Is Promedio	Categoría de intervención
1000 m	47	REGULAR	4	MARGINAL

**Tabla 17.** Comparación general de metodología PCI vs VIZIR

*Fuente: Elaboración propia*

Se compara las 2 metodologías y se evidencia que ambas califican al pavimento en estado regular a malo. Por lo tanto, se debe realizar el mantenimiento de la carretera según el tipo de daño causado y la metodología evaluada, los cuales se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 18.** Categorías de intervención PCI

RANGO DE PCI	SIMBOLOGIA	TIPO DE MANTENIMIENTO
100 - 85 Excelente		MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PREVENTIVO
85 - 70 Muy bueno		(Sello de fisuras, parches, lechada asfáltica)
70 - 55 Bueno		MANTENIMIENTO CORRECTIVO
55 - 40 Regular		(Recapado)
40 - 25 Malo		REHABILITACIÓN MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica)
25 - 10 Muy malo		RECONSTRUCCIÓN
10 - 0 Fallado		(Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica)

Fuente: Adaptado de (ASTM D 5340-20)

<b>RANGO DE VIZIR</b>	<b>SIMBOLOGIA</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>
1 – 2 Bueno		<b>MANTENIMIENTO RUTINARIO</b> (Sello de fisuras, parches, lechada asfáltica, recapado)
3 – 4 Regular		<b>REHABILITACIÓN MAYOR</b> (Reemplazo de carpeta asfáltica)
5 – 7 Deficiente		<b>RECONSTRUCCIÓN</b> (Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica).

**Tabla 19.** *Categorías de intervención VIZIR*

Fuente: Adaptado de (Morales, 2019)

Por lo evaluado, según la tabla 18 la carretera se debe realizar el mantenimiento correctivo por obtener un valor comprendido entre 55-40 y según la tabla 19 en la vía se debe realizar la rehabilitación mayor (reemplazo de carpeta asfáltica).

Por lo tanto, ambas metodologías tienen resultados diferentes, mientras que según la metodología PCI se obtiene una carretera en condiciones regulares, la metodología VIZIR obtiene una carretera marginal, y de acuerdo a ello el tipo de mantenimiento son totalmente diferentes.

## V. DISCUSIÓN

Se realizó la discusión de investigación con Ríos (2018), que realizó una investigación cuyo objeto de estudio es comparar y evaluar con los métodos VIZIR y PCI para estimar de manera trivial la pavimentación flexible. El investigador concluye que la carretera evaluada se encuentra en condiciones malas debido a que tiene una calificación que se encuentra en el rango de 39.61 según la metodología PCI, mientras con la metodología se tuvo 3.62, esto indica que el estado actual de la carretera es regular. La investigación presente concuerda con Ríos, ambas investigaciones fueron realizadas con las metodologías PCI y VIZIR, siendo la primera más eficiente que la otra, debido a que posee más criterio y parámetros de evaluación que lleva a resultados más reales.

En relación a Vargas y Limaco (2019), que realizaron una investigación, el cual busca la evaluación y comparación de los métodos VIZIR y PCI aplicados en una pavimentación; esta investigación concuerda con la presente investigación que la metodología PCI evalúa de manera óptima al pavimento, en comparación a VIZIR que es sencilla pero solo analiza el pavimento estructural mas no superficial.

Con Atahui y Morales (2020), que desarrollaron una investigación, con el que se desea determinar la condición del pavimento flexible con el propósito de dar soluciones para su respectivo mantenimiento utilizando los métodos VIZIR. Concluyeron que la vía investigada presenta 68% de daños entre ellos huecos y grietas de longitud, donde se obtuvo en VIZIR un valor de 2.46 y 82.72 según la metodología PCI, esto quiere decir que el pavimento se encuentra en buena- satisfactorio condición, respectivamente. Por lo tanto, este estudio como la presente, concuerdan que la metodología PCI es óptima para la evaluación del pavimento por tener más características de análisis.

Coy (2017), que desarrolló una investigación donde busca comparar y evaluar los métodos PCI y VIZIR de la carretera asfaltada 134 que abarca el tramo 52<sup>a</sup> y 53<sup>c</sup>. Para ambos estudios se concluyeron que las investigaciones propias, la manera sencilla y rápida para la evaluación del estado real de la carretera, es a través de la metodología VIZIR donde obtuvo calificaciones similares a la metodología PCI con una condición buena de la vía asfaltada, además hace énfasis que el método PCI es

más completa para el análisis de un pavimento flexible, pero es difícil aplicarla y desarrollarla.

Sierra y Rivas (2016), desarrollaron una investigación de título “Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento de un tramo” que busca analizar, evaluar y comparar los métodos PCI y VIZIR para un pavimento flexible en la vía Dg 78 bis sur – calle 84 sur. Los autores concluyen que realizaron una evaluación del pavimento con las metodologías, donde según PCI se tiene un valor de 89 calificado como pavimento excelente y VIZIR con un valor de 2 calificado como bueno. Para ambas investigaciones, la metodología PCI ayuda de la mejor manera a evaluar el pavimento flexible, tiene más rango en el análisis de la condición en la que se encuentra.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para la investigación se concluye que existen varios tipos de daños, según la evaluación con la metodología PCI y análisis correspondiente, los más representativos son piel de cocodrilo, fisuramiento e hinchamiento, ya que se encuentran en mayor cantidad, y según la metodología VIZIR es piel de cocodrilo y fisuramiento longitudinal, se debe tener en consideración que PCI cuenta con más criterios para el análisis pertinente de una falla. Es por eso, que esta metodología es más precisa que otras.
2. Se concluye que el pavimento flexible evaluado se encuentra en condición regular según la metodología PCI, y con la metodología VIZIR se encuentra en condiciones marginales, ya que los valores obtenidos en promedio son 47 y 4, respectivamente.
3. De acuerdo al índice de condición superficial del pavimento flexible conforme al método PCI es de 47, el índice de deterioro superficial del pavimento flexible conforme al método VIZIR es de 4, se puede concluir que las evaluaciones por ambas metodologías resultan diferentes, ya que los resultados son regular y marginal de acuerdo a la evaluación sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.
4. Además, se concluye que la metodología VIZIR agrupa en 2 categorías la condición de los pavimentos flexibles, A estructurales y B superficiales, con el fin de obtener el índice superficial del pavimento utilizando solo el tipo A, mientras que el método PCI evalúa todas las fallas existentes de la vía.
5. Al finalizar se concluye que ambas metodologías tienen distintas maneras de evaluar, mientras que PCI tiene 7 criterios, VIZIR tiene 3 criterios, ambos diferentes rangos de evaluación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda utilizar la metodología PCI para evaluar las carreteras de carácter muy importante, para definir el mantenimiento del mismo y elaborar un cuadro de costos de todas reparaciones en global. Para el caso de pavimentos flexibles con poca transitabilidad se puede realizar la metodología VIZIR, ya que es sencilla y no compleja.
2. Se recomienda evaluar las carreteras con la metodología VIZIR empleando los 2 tipos de daños, tanto estructurales como superficiales, con el fin de obtener datos completos y comparar con el resultado inicial, apreciar si hay modificaciones o no.
3. Tener una base de datos de todos los daños de la carretera, para emplear el mantenimiento respectivo y si la falla es repetitiva, evaluar otras alternativas de reparación con el fin de haya severos daños en la vía, así evitar accidentes viales.
4. Es recomendable utilizar geoceldas para el diseño y construcción de la pavimentación, para que al pasar los años los daños y fallas sean menores y solo se puedan emplear la metodología VIZIR ya que es sencilla y rápida.



## REFERENCIAS

Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Lima: Enfoques Consulting EIRL.

Atahui Contreras, J. C., & Morales Huaman, G. G. (2020). *Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimiento - Av. Malecón Checa*. Tesis pre grado, Lima. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3687/CIV-T030\\_76511051\\_T%20%20%20ATAHUI%20CONTRERAS%20JUAN%20CARLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3687/CIV-T030_76511051_T%20%20%20ATAHUI%20CONTRERAS%20JUAN%20CARLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Baque, B. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Ciencias técnicas y aplicadas*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457>

Córdova Castillo, D. M., & Mechato Mauricio, J. E. (2020). *Análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR aplicados en el mejoramiento del pavimento flexible de la avenida Circunvalación de Sullana – Piura*. 2020. Piura. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56220>

Coy, O. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras de 52° a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI*. Colombia. Obtenido de <https://docplayer.es/90776249-Evaluacion-superficial-de-un-pavimento-flexible-de-la-calle-134-entre-carreras-52a-a-53c-comparando-los-metodos-vizir-y-pci.html>

Cueva, E. (2019). *Análisis comparativo de la metodología Vizir y PCI, en el análisis de pavimentos*, Lima, 2019. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50344>

Fustamante Rafael, J. (2019). *Evaluación superficial del estado actual del pavimento de las calles del distrito de Paccha por el método PCI y VIZIR*. Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3886>

Guaranda Mero, B. G. (2017). *Análisis comparativo de los métodos VIZIR - PCI aplicada en pavimento flexible vía JIPIJAPA - La Mona, Cantón JIPIJAPA*. Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/804>

Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_9%20MCV-2014\\_2016.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf)

Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota.

Ríos, O. (2018). *Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima - 2018*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45984?show=full>

Riveros Triviño, L. P., & Gaitan Vega, J. S. (2019). *Determinar el deterioro del pavimento flexible mediante metodología de auscultación VIZIR y PCI con relación al CBR y la estructura de pavimento*. Tesis pre grado, Bogota. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15537/GaitanVegaJhonatanStivens2019.pdf;jsessionid=E87B09E54B5B3D0FAF300240679BD616?sequence=4>

Ruitón Quiroz, M. M. (2018). *Aplicación de los métodos VIZIR y PCI y su incidencia en la evaluación del estado de la carretera San Marcos - Ichocan 2018*. Tesis pre grado, Lima. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21002/Ruit%c3%b3n%20Quiroz%20Marcos%20Manuel.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Sierra Díaz, C. C., & Rivas Quintero, A. F. (2016). *Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del Tramo PR 00+000 - PR 01+020 de la vía Llano en la UPZ Yomasa*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/13987>

Vargas Calle, M., & Limaco Aguilar, P. E. (2019). *Análisis comparativo de métodos superficiales PCI y VIZIR aplicados sobre el pavimento en la Av. Collpa-Tramo Av. Costanera hasta Ovalo Cuzco de la ciudad Tacna - 2018*. Tesis pre grado, Tacna.

Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/UPT/1168/Vargas-Calle%20Limaco-Aguilar.pdf;jsessionid=0E41CA245CD51E14B8298896947B1EEE?sequence=6>

## ANEXOS

### Anexo N° 1: Matriz operacional

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Evaluación superficial del pavimento flexible	La evaluación de pavimentos consiste en un estudio, en el cual se presenta el estado en el que se halla la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento (Baque, 2020, p.7).	La variable evaluación superficial del pavimento flexible se medirá por intermedio de los indicadores de la dimensión. Así mismo, la evaluación del pavimento flexible será mediante las metodologías PCI y VIZIR.	Deterioro del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahuellamiento</li> <li>Deformacion por empuje</li> <li>Grietas deslizamiento</li> <li>Hinchamiento</li> <li>Dsigregacion y Desintegracion</li> <li>Ahuellamiento</li> <li>Depresiones o hundamientos longitudinales</li> <li>Depresiones o hundimientos transversales</li> <li>Grietas longitudinales por fatiga</li> <li>Grieta piel de cocodrilo</li> <li>Baches y zanjas reparadas</li> <li>Grietas longitudinal de junta de onstruccion</li> <li>Grieta transversal de junta de construccion</li> <li>Grieta de construccion termica</li> <li>Grietas parabólicas</li> <li>Grietas de borde</li> <li>Huecos</li> <li>Corrugaciones</li> <li>Perdida de la pelicula de ligante</li> <li>Perdida de agregados</li> <li>Descascaramiento</li> <li>Agregados pulidos</li> <li>Exudacion de asfalto</li> <li>Afloramiento de mortero</li> <li>Afloramiento de agua</li> <li>Desintegracion de los bordes del pavimento</li> <li>Desnivel entre calzada y berma</li> <li>Erosion de las bermas</li> <li>Segregacion</li> </ul>

Anexo Nro. 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál será el estado del pavimento flexible del tramo San Juan de Pueblo Libre aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento con el fin de extender la vida útil conforme al análisis comparativo?</p>	<p>Evaluar el estado del pavimento flexible del tramo San Juan de Pueblo Libre aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de manteamiento con el fin de extender la vida útil del pavimento.</p>	<p>La condición actual del pavimento flexible aplicando la comparación de los métodos PCI y VIZIR nos permitirá proponer alternativas adecuadas con el fin de mejorar la condición estructural del tramo San Juan de Pueblo Libre.</p>	<p>Evaluación superficial del pavimento</p>	<p>Deterioro del pavimento</p>	<p>Ahuellamiento                      Deformacion por empuje                      Grietas deslizamiento                      Hinchamiento                      Dsigregacion y Desintegracion                      Ahuellamiento                      Depresiones o hundamientos longitudinales                      Depresiones o hundimientos transversales                      Grietas longitudinales por fatiga                      Grieta piel de cocodrilo                      Baches y zanjas reparadas                      Grietas longitudinal de junta de onstruccion                      Grieta transversal de junta de construccion                      Grieta de construccion termica                      Grietas parabólicas                      Grietas de borde                      Huecos                      Corrugaciones                      Perdida de la pelicula de ligante                      Perdida de agregados                      Descascaramiento                      Agregados pulidos                      Exudacion de asfalto                      Afloramiento de mortero                      Afloramiento de agua                      Desintegracion de los bordes del pavimento                      Desnivel entre calzada y berma                      Erosion de las bermas                      Segregacion</p>	<p><b>Enfoque:</b>                      Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b>                      Aplicado</p> <p><b>Diseño:</b>                      No experimental</p> <p><b>Nivel:</b>                      Descriptivo</p>
<p><b>ESPECÍFICO</b></p>	<p><b>ESPECÍFICO</b></p>	<p><b>ESPECÍFICO</b></p>				

<p>¿Cuál será el índice de condición superficial del pavimento flexible conforme el método PCI en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021?</p>	<p>Determinar el índice de condición superficial del pavimento flexible conforme el método PCI en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.</p>	<p>El índice de condición superficial del pavimento flexible es malo conforme el método PCI en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.</p>				
<p>¿Cuál será el índice de deterioro superficial del pavimento flexible conforme al método VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021?</p>	<p>Determinar el índice de deterioro superficial del pavimento flexible conforme al método VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.</p>	<p>El índice de deterioro superficial del pavimento flexible es regular conforme al método VIZIR en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.</p>				

<p>¿Se obtienen resultados iguales con ambos métodos sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021?</p>	<p>Determinar si se obtienen resultados iguales con ambos métodos sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.</p>	<p>Los resultados obtenidos con ambos métodos sobre el estado de deterioro del pavimento flexible son significativamente distintos en el tramo San Juan de Pueblo Libre, Ancash 2021.</p>				
---	--	---	--	--	--	--







#### Anexo N° 4: Fotografías en campo



Estado actual del pavimento



Vía con daños-fallas de fisuramiento longitudinal y/o transversal



Hundimiento y baches presentes en la carretera



Existe desprendimiento de agregados en la vía