



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis del deterioro de pavimentos asfáltico de la carretera Huaraz  
– Caraz, Tramo Cruce Taricá - Jangas de Región Áncash, 2018**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

**AUTOR:**

Chavez Aranibar, Miller Roberto (ORCID: 0000-0001-8238-8632)

**ASESOR:**

Dr. Castañeda Sánchez, Willy Alex (ORCID: 0000-0002-4421-4778)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**HUARAZ – PERÚ**

**2018**

## Índice de contenidos

<b>Índice de contenidos</b> .....	ii
<b>Índice de tablas</b> .....	iii
<b>Resumen</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. METODOLOGÍA</b> .....	7
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	11
<b>IV. CONCLUSIONES</b> .....	24
<b>V. RECOMENDACIONES</b> .....	25
<b>REFERENCIAS</b> .....	26
<b>ANEXOS</b> .....	31
Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autor) .....	31
Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor) .....	32
Anexo 3. Resultados de Turnitin .....	33
Anexo 4. Matriz de operacionalización de variables.....	34
Anexo 5. Plano del tramo inspeccionado.....	35
Anexo 6. Evidencias del tramo inspeccionado .....	36
Anexo 7. Registro de la unidad de muestra.....	40
Anexo 8. Fórmula PCI en el desarrollo de trabajo de investigación.....	48
Anexo 9. Ficha de observación para la inspección de la carretera.....	49
Anexo 10. Formato de (Guía) Paviment Conditions Index (PCI).....	50
Anexo 11. Curvas (Guía) Paviment Conditions Index (PCI).....	51
Anexo 12. Paviment Conditions Index (PCI). .....	52
Anexo 13. Guia Paviment Conditions Index (PCI).....	53

## Índice de tablas

Tabla 1. Exploración de la unidad U1 de la muestra, hoja de registro total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	12
Tabla 2. Procesamiento de dato PCI de unidad U1 de la muestra. ....	13
Tabla 3. Exploración de la unidad U2 de muestra, del hoja de registro total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	13
Tabla 4. Procesamiento de dato PCI de unidad U2 de la muestra ....	14
Tabla 5. Exploración de la unidad U3 de la muestra, del hoja de registro total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	15
Tabla 6. Procesamiento de dato PCI de unidad U3 de la muestra. ....	15
Tabla 7. Exploración de la unidad U4 de la muestra, del hoja de registro total de tramo, Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	16
Tabla 8. Procesamiento de dato PCI de unidad U4 de la muestra. ....	16
Tabla 9. Exploración de la unidad U5 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	17
Tabla 10. Procesamiento de dato PCI de unidad U5 de la muestra. ....	17
Tabla 11. Exploración de la unidad U6 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	18
Tabla 12. Procesamiento de dato PCI de unidad U6 de la muestra. ....	18
Tabla 13. Exploración de la unidad U7 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	19
Tabla 14. Procesamiento de dato PCI de unidad U7 de la muestra. ....	19
Tabla 15. Exploración de la unidad U8 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	20
Tabla 16. Procesamiento de dato PCI de unidad U8 de la muestra. ....	20
Tabla 17. Resumen de exploración de toda las unidades de muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.....	21
Tabla 18. Procesamiento de dato PCI de todas las muestra. ....	22

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Inspección del pavimento tramo Cruce Taricá- Jangas.....	36
Gráfico 2. Carretera principal de Huaraz - Caraz tramo Cruce Tarica- Jangas...	36
Gráfico 3: Evidencia de las causas del deterioro tramo Cruce Tarica- Jangas .....	37
Gráfico 4. Evidencia del estado del pavimento en la carretera de Huaraz – Caraz .....	38
Gráfico 5. Evidencia de analisis, epocas de lluvia del pavimento de Huaraz - Caraz .....	38
Gráfico 6. Emposamiento de agua en la carretera principal de Huaraz - Caraz ...	39
Gráfico 7: Hoja de registro de la unidad de muestra U1, de tramo total, de la carretera central de Jangas. ....	40
Gráfico 8: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U1.....	40
Gráfico 9: Hoja de registro de la unidad de muestra U2, de tramo total, de la carretera central de Jangas. ....	41
Gráfico 10. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U2.....	41
Gráfico 11. Hoja de registro de la unidad de muestra U3, de tramo total, sección 1, de la carretera central de Jangas. ....	42
Gráfico 12: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U3.....	42
Gráfico 13: Hoja de registro de la unidad de muestra U4, de tramo total, de la carretera central de Jangas. ....	43
Gráfico 14: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U4.....	43
Gráfico 15: Hoja de registro de la unidad de muestra U5, de tramo total, de la carretera central de Jangas. ....	44
Gráfico 16: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U5.....	44
Gráfico 17: Hoja de registro de la unidad de muestra U6, de tramo total, de la carretera central de Jangas. ....	45
Gráfico 18: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U6.....	45
Gráfico 19: Hoja de registro de la unidad de muestra U7, de tramo total, sección 1, de la carretera central de Jangas. ....	46
Gráfico 20: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U7.....	46
Gráfico 21: Hoja de registro de la unidad de muestra U8, de tramo total, sección 1, de la carretera central de Jangas. ....	47
Gráfico 22: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U8.....	47

## **Resumen**

El propósito que tiene el siguiente trabajo de investigación científica, es conocer y comprender el comportamiento del pavimento flexible así mismo concientizar a las empresas y municipalidades sobre el adecuado mantenimiento que se le va a realizar, para este trabajo se tiene como objetivo analizar el nivel del deterioro de pavimentos asfáltico de la carretera Huaraz – Caraz, Tramo Cruce Taricá – Jangas, es así para esta investigación se usó el método de índice de condición de pavimento PCI.

En su estudio y diagnóstico del lugar, teniendo como población a todo el tramo de intervención, en esta investigación se usa la técnica de observación con los instrumentos de apoyo fotos, herramientas de medición, reglas, tizas y videos para calificar las patologías del pavimento flexible y como método de análisis procesamos los datos mediante tablas y cuadros estadísticos usando el programa Excel para ayuda del procesamiento de datos.

Por el medio de los datos procesados poder conocer las condiciones del tramo Jangas se usa el manual de PCI (hoja de registros para unidad de muestra) para poder llenar y luego analizar cuáles son los factores que afectan al pavimento.

El procesamiento de datos se desarrolla en tablas del 1 al 15 para poder saber el estado de cada unidad de muestra y la tabla 17 y 18 para calificar el estado de total de las muestras de la vía inspeccionada para dar luego las siguientes recomendaciones.

Finalmente, este trabajo de investigación nos ayuda a conocer y a identificar las diversas patologías de los pavimentos flexibles y las causas que ocasiona el mal diseño.

Palabras clave: Pavimento, PCI, fallas, deterioro.

## **Abstract**

The purpose of the following scientific research work, It is to know and understand the behavior of flexible pavement, as well as to make companies and municipalities aware of the proper maintenance that is going to be carried out, The objective of this work is to analyze the level of deterioration of the asphalt pavements of the Huaraz - Caraz highway, Crossing Taricá - Jangas section, so for this investigation the PCI pavement condition index method was used.

In its study and diagnosis of the place, having as a population the entire intervention section, In this research, the observation technique is used with the support instruments photos, measurement tools, rulers, chinks and videos to qualify flexible pavement pathologies and as an analysis method we process the data through statistical tables and charts using the Excel program to aid data processing.

Through the processed data, to be able to know the conditions of the Jangas section, the PCI manual (record sheet for sample unit) is used to be able to fill in and then analyze what are the factors that affect the pavement.

The data processing is developed in tables from 1 to 15 to be able to know the status of each sample unit and table 17 and 18 to qualify the status of the total of the samples of the inspected road to then give the following recommendations.

Finally, this research work helps us to understand and identify the various pathologies of flexible pavements and the causes caused by poor design.

**Keywords:** Pavement, PCI, failures, deterioration

## I. INTRODUCCIÓN

El análisis del deterioro de los pavimentos a lo largo del tiempo se ha desarrollado a la necesidad solucionar el crecimiento poblacional, económico y de mismo modo la necesidad de transportar los productos de un lugar a otro lugar, que ello implica la importancia hoy en día su análisis al deterioro de las carreteras.

Al respecto existen problemas a nivel mundial como es el caso de Brasil que tiene coincidencia con el trabajo de investigación, de esta manera, Salgado y Momm (2007) sostienen que las condiciones de los pavimentos son precarias sin ningún arreglo en muchos tramos que aumentan los costos finales de los productos y sucesivamente la pérdida de conectividad con otros países (p. 24).

Por otro lado Costa Rica, país donde se encuentra poca información sobre los estudios viales en lo cual no se conoce la situación de cada camino, para saber cómo se deteriora a lo largo del tiempo, se constituye el 80% de la carretera del país donde no existen estudios con parámetros internacionales como es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), Estudios de Deflectometría (FWD) y por último el Índice de Condición de Pavimento (PCI), por lo cual dificulta para la planificación, intervención y conservación vial (Picado, 2016, p.31).

A nivel nacional el Perú no es ajeno a los problemas y políticas de conservación adecuada durante muchos años donde no establecen acciones correctivas y preventivas por el cual las vías están descuidadas y sin mantenimiento.

Para sustentar lo dicho en lo anterior Abad (2016) concuerda que de esta manera surge investigar para recuperar muchos y miles de kilómetros de carreteras que hace fluir economía, de la misma forma el desarrollo de cada zona del Perú en crecimiento (p.5).

Según Herrera y Rodríguez (2018), En avenida Javier prado (lima), en junio de 2018 se observan deterioros considerables, a pesar de haber sido construida recién hace dos años son incómodas el deterioro que genera caos y no hay seguridad al transitar (p.16).

Es interesante lo que León (2017) dice, los problemas que puede ocasionar el deterioro de las vías pueden tener varios resultados como: errores en el proceso

constructivos, materiales de mala calidad, el mal diseño, excesiva carga, no tener adecuados los drenajes, y otros temas, es necesario el analizar para poder conservar la vía y cuidar el recurso económico (p.13).

Trabajos previos, en Arizona, Kan Wu (2015) en su trabajo "*Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System*", en la universidad del estado de Arizona, el objetivo de esta investigación fue desarrollada para encontrar el PCI basado en los datos del deterioro del pavimento LTPP y la elaboración de plantillas Excel<sup>TM</sup>, llego a concluir que el modelo llego a demostrar con éxito para usar los datos históricos de PCI para llegar a las curvas, de misma manera se desarrollaron con éxito.

En el siguiente trabajo Ali (2011), "*evaluation pavement distresses using pavement condition index*", tuvo como objetivo gestión de evaluación de superficies es identificar los diferentes tipos de averías del pavimento y determinar sus causas para llegar a una conclusión, los resultados de la carretera seleccionada que se evalúan mostraron el rango de valores de PCI (40-50) todas las secciones de la carretera estaban en buenas condiciones, la mayor parte del deterioro es causado por grietas longitudinales y transversales.

Por otro lado, M.A. Karim, Haleem y Abdo (2016) asieron su trabajo "*The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study Of Yemen*" en la Organización Tecnología y Gestión en la Construcción, tuvo como objetivo evaluar las necesidades M y R de una sección de carretera respecto a un sistema de pavimento, Concluyo que el corredor de tráfico que conecta a la ciudad de Adén capital de Yemen se tomó unas muestras y se llegó calificar carretera muy buena con Un PCI de 79.4 con pocas muestras calificadas como deficientes, el tráfico impuesto en la calificación determinada se sugiere el mantenimiento para las secciones del mantenimiento.

En nuestro país Herrera y Rodríguez (2018), en su trabajo de tesis "*Evaluación de ellas mediante el método PCI y planeamiento de alternativas de intervención para mejoramiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier prado*" en la universidad UPC, como objetivo fue dar alternativas de intervención que permitan mejorar el estado estratégico del pavimento flexible existente en el



carril dañado del corredor Javier prado, de misma forma concluyo que existio 8 clases de fallas en la vía intervenida con los grados de incidencia que fueron las grietas de piel de cocodrilo con 20%, desprendimiento de agregados 9%, grietas longitudinales/trasversales 18%, ahuellatamiento 14%, desplazamiento 14%, huecos 17%, depresión 7% y agretamiento de bloque 2%.

Sobre lo escrito en la siguiente se va a describir teorías relacionadas al tema para ello Montalvo dice: Sobre las redes viales y su organización competencial del gobierno se desarrolla sobre la responsabilidad vial a cargo de los ministros, obras públicas o de transporte después del años 1990 se descentralizo las responsabilidades para delegar a los gobiernos locales, lo cual ahora encontramos red primarias también llamadas red nacional que son de importancia nacional que se conectan con las zonas urbanas y puertos que dan salida internacional, la red secundarias o complementarias; según la estructura política del país comprende a los caminos de los departamentos más importantes que se conectan con las zonas de más importancia económica y por ultimo teneos la red vecinal, que está conformada por las carreteras de carácter local que vinculan centros poblados, caseríos y rurales o urbanas que se comunican con las redes secundarias (2018, p.13-14).

Encontró S.R. Massenlli y E.L. de Paiva (2018) la definición de pavimento flexibles en la guía de diseño de MEPDG ahí indica que consiste en un revestimiento bituminoso infiere a 14 cm con mezcla asfáltica sobre una capa de base granular esta también apoyada a subrasante estabilizada (p.615)

Por otro lado, según Fernández, Rondón y Reyes, definen el asfalto es un material viscoelástico que se deriva del petróleo crudo (2013.p.6).

Agrega Mercedes (2019), sus características de pavimento deben de tener resistencia a las cargas impuestas por el tránsito, presentar textura adecuada conforme la velocidad de diseño o demande lo cual debe resistir al desgaste de las llantas, ser económico teniendo un color adecuado y el sonido sea controlada (p.20).

Agrega Martínez (2015), para esto existe tres niveles de presión para poder trabajar, el nivel uno, es el más preciso que se usa en problemas de seguridad y se usa datos de tráfico, aportes climáticos de estaciones climatológicos. El nivel

dos, es intermedio de precisión, el más usado para diseño ordinario y su entrada tráficos se entiende, el último es de menos precisión, se usa para carreteras con poco tráfico y para analizar carreteras en las que seguridad no se afecte la seguridad de transitabilidad (p.33).

Por eso, Las capas de base / subbase ligeramente cementadas también pueden sufrir "fallas por aplastamiento" asociadas al tráfico estas pueden ser muy difíciles en condiciones cedas pero puede suceder, la debilidad en la capa se debe ver en relación con la tensión de contacto aplicada que necesita soportar, especialmente en los neumáticos de camión. En este artículo, se asume que la presión de inflado del neumático es igual a la tensión de contacto vertical del neumático (Beer, Maina y aNetterberg, 2012, p.45-46).

Bredenhann, et al. (2019), El material bituminoso que se encuentra en capas tienden a deformarse por el tema de las cargas repetidas por las ruedas, esto va depender de la temperatura y la cantidad de carga, sin embargo es importante mencionar que en altas temperaturas el materia viscoso de betún en altas temperaturas pueden ser subsanado por el enclavamiento del agregado en las mezclas asfálticas para resistir la deformación permanente (2019, p.22).

La temperatura máxima de la capa superficial de asfalto alcanza los 172 °C. Después de 60 minutos, el fondo de la superficie de asfalto volvió a aproximadamente 67 °C (Yuan, Zhu, Hu y Zhang, 2016, p.3)

Entonces es así que Ramos y Muñiz (2013), definen el pavimento asfáltico que es una estructura conformada por subrasante, Subbase, base y carpeta que esta superpuesta de forma horizontal (p.27).

La deformación vertical en la subrasante está relacionada con la tensión vertical debido a la carga sobre la estructura del pavimento. Cuando la deformación inducida excede los valores permisibles, se produce un surco que es una de las fallas más comunes en los pavimentos flexibles (Arobio y Gil, 2015, p.178).

Entonces la parte superior es la carpeta de rodadura, su función es soportar toda las cargas de del transito pesado, y en la parte inferior de la rodadura esta el material granular con  $CVR \geq 80\%$  y su función es sostener las tranmision de las cargas del la carpeta asfáltica, la base que soporta las dos carpetas que

trasmite la carga es la subbase que generalmente tiene un espesor de diseño esta carpeta se usa como control de capilaridad y drenaje con el diseño (CBR  $\geq 40\%$  puede estar tratada con cal o cemento (Marcelo y Veloz, 2019, p.27).

Es así que, estas carpetas antes mencionadas tienen un ciclo de vida en el cual es necesario el mantenimiento por lo que sufren deterioros constantes a los agentes externos (lluvia, tránsito, y otros) generando deterioro constante [...] y hasta un punto que llega al deterioro total a causa de que se generan fallas en los pavimentos las más comunes son: agrietamiento, piel de cocodrilo, fisuras grietas de deflexión, grietas de borde, grietas longitudinales fisuras parabólicas, abultamiento y otros (Pereda, 2014, p.22-28)

Los asfaltos tradicionales tienen un comportamiento reológico muy complejo que depende principalmente de la temperatura, las cargas y la tasa de aplicación. A bajas temperaturas y tasas de aplicación de cargas bajas, el asfalto actúa como un sólido elástico, mientras que, a altas temperaturas y tasas de carga más largas, actúa como un líquido viscoso; a temperaturas intermedias se caracteriza por ser un fluido viscoso-elástico (Afanasieva, alvares y Ortiz, 2002, p.122)

Dice Choque (2019), tenemos la evaluación de pavimentos en la cual se presenta el estado de los pavimentos para poder medir y adecuar las medidas necesarias para su reparación o mantenimiento y tenemos dos tipos de evaluación (p.37).

Dicho anteriormente, afirma Chuman (2018) diciendo, uno de ellos es evaluación funcional tiene por objetivo de aquellas diferencias que se relacionan en la calidad de la superficie y el estado general de la condición del pavimento tomando todo aquel factor que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía dentro de esto se encuentra la rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y el medio ambiente, (p.18-19).

Para su análisis Hernández y Torres (2016) comenta, que existe el análisis del PCI para describir y hacer una calificación numérica a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, en la cual se le agrega un valor en palabras sin una descripción desde colapsado a excelente (p.93). ver anexo 12.

Después del desarrollo se llega formular la siguiente pregunta según lo mencionado anteriormente en los antecedentes: ¿Cuál es el análisis del deterioro de pavimentos asfáltico de la Huaraz – Caraz, tramo del cruce de Taricá a Jangas de la región Ancash, 2018?

El trabajo se justifica, la carretera Huaraz – Caraz es la única vía principal que se comunica con barrios, distritos y provincias por el cual es importante realizar el trabajo de investigación ya que existe presencia de deterioros en gran parte de sus tramos, esto viene afectando mucho a los transportistas y además crea malestar a los pasajeros provocando accidente en la vía de Huaraz a Caraz. Por esta razón Al-Neami, Rubae y Karrem, 2017, dice que el análisis de los pavimentos flexibles es de mucha importancia para la sociedad, es así que una intervención se llega conocer y dar calificaciones a posibles soluciones para mejorar, prevenir, recuperar y tener el control de la carretera en intervención (p.1463). de esta manera este trabajo es importante para ser usada por autoridades de los gobiernos regionales, provinciales y locales, así mismo será de interés para empresas contratistas, investigadores de esta materia.

Por otro lado, para poder sostener, muchos de estos estudios tienen interés como dice Bautista, es fundamental los elementos de las redes viales en una política de desarrollo para reflejo y desarrollo de un país de un territorio son expresión y fiel reflejo de la evolución de los territorios (2018, p.125).

Para este trabajo se definió como objetivo general, analizar el nivel de deterioro que presenta el pavimento asfáltico en la carretera Huaraz – Caraz, tramo Cruce Taricá hasta Jr. Jangas Breña; y dentro de los objetivos específicos se plantearon para que nos permita examinar de forma regulada y sistemática el objetivo central, como primer objetivo específico tenemos que identificar fallas, para proponer sugerencias de reparación: que más se adecuen a un actuación en particular de los pavimentos flexibles, como segundo, describir los agentes que deterioren el pavimento y el estado en la que se encuentra el tramo cruce Taricá - Jangas de la carretera Huaraz a Caraz, tercer y último objetivo específico analizar y evaluar el mantenimiento de la vía para evitar accidentes con una falla futura que se puede presentar en su vida útil.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Diseño de la investigación

Esta investigación fue descriptiva y aplicada por lo que se usó conocimientos previos para desarrollar el objetivo de estudio, de la misma forma afirman en otras investigaciones de este tipo: Sousa, Driessnack y Mendes, dice que analiza exploratoriamente describiendo cuando se sabe poco de un fenómeno en particular del elemento que se va analizar para esto no hay manipulación de variables, solo se describe lo que realmente existe y determinar con frecuencia de da (p.503).

O: Observación, PF: pavimento flexible y R: resultado.

O → PF → R

### 2.2. Variable, operacionalización

Para esto se tuvieron dos variables independientes que es el método PCI y un variable dependiente que es el deterioro del pavimento asfáltico ver Anexo 4.

De la misma forma ratificó; para la operacionalización de una variable se debe de seguir lo siguiente: debemos hacer una definición nominal a la variable a medir, lo que anteriormente se realizó y luego definir las dimensiones por último se debe enumerar los indicadores (Bauce, Cordova y Avila, 2018, p.45).

### 2.3. Población y muestra, selección y unidad de análisis

La población de estudio fue la carretera central de Huaraz – Caraz tramo cruce Taricá – Jr. Jangas Breña.

Como muestra se tuvo 08 unidades de muestras que pertenecen a la distancia total con área de 2255.00m<sup>2</sup> de la vía importante con una extensión de 310.00m desde cruce de Taricá hasta Jr. Jangas Breña (Jangas). Ver resultado de la fórmula 01 del anexo 08.

## **2.4. Técnicas y recolección instrumentos**

Para la elaboración de análisis del pavimento asfáltico fue importante la evaluación global del comportamiento de toda la estructura y sus factores que afectan el deterioro del pavimento para esto se tuvo que apoyarse en la inspección visual y manual usando el PCI para las fallas en la carretera Huaraz – Caraz tramo cruce Taricá – Jr. Jangas Breña (Jangas). Es así que Wadalkar, Lad And K. Jain (2020) informó en una investigación debe tener conjunto de evidencias para la evaluación de una investigación (p.1494).

Para eso se usó instrumentos, wincha, tiza, regla, Manual de Daños del PCI (Pavement Condition Index), hojas de registros de datos de fallas, cámara fotográfica y guía observable.

## **2.4. Metodo de analisis de datos**

Por otra parte, se usó método índice de condición de pavimento (PCI) documento existente a nivel internacional para la evaluación del comportamiento del pavimento, ver anexo 10. (Hafizyar y Mosaberpanah, 2018, p.1909), y también se usan datos del anexo 13

Con el procedimiento, el análisis del pavimento mediante la aplicación del PCI, nos permite una evaluación global de su comportamiento del pavimento como dicen otros autores de otras investigaciones (Gonzales, Ruiz y Guerrero, 2020, p.62).

Entonces agregamos Loprencipe y Pantuso (2017), La evaluación visual fue la parte que engloba a toda la investigación, los diferentes modos o fallas encontradas se describen según su severidad, frecuencia y localización, las fallas encontradas en la superficie y su cuantificación, permite realizar una evaluación global del pavimento con una escala numérica (p.26).

Como primer paso se definió la dimensión de muestreo en este caso del pavimento flexible. Los investigadores Correa y Capio (2019) dice, el método nos refiere que el ancho no debe ser mayor a 7.30 metros y el área para el estudio no debe ser  $230.0 \pm 93.0$  metros cuadrados (p.86). De la

misma forma se tuvo en consideración las medidas que se usaron en otras investigaciones.

Como segundo paso se realizó el cálculo de número mínimo para la unidad de muestra, cuando se estudia el área total del pavimento, la unidad de muestra es muy grande lo que exige tiempo y recurso considerable en la investigación es por eso se adecua a un número más pequeño para su intervención usando la fórmula 1 (ver anexo 8), en esta ecuación se considera una estimación de  $PCI \pm 5$  medio verdadero con una confiabilidad del 95% (Vanegas, 2012, p.20).

Como tercer paso se tomó la unidad de muestra considerable en el análisis del pavimento por medio visual donde se realiza el cálculo de intervalo de muestreo y la selección aleatoria de unidades de muestra como su intervalo.

En el cuarto pasos se realizó selección de unidades de muestra adicionales este parte es importante, puede suceder que cuando se realiza la selección aleatoria puede que algunas unidades de muestra sean obviado o incluida inadecuadamente en el muestreo aleatorio, este se realiza para evitar cualquier unidad de muestreo inusual para poder establecer con una unidad adicional con una unidad aleatoria.

En el quinto paso evaluación de condición de pavimento por medio inspección visual usando la guía observable.

En el cuarto paso, se calcula el PCI por unidad de muestra de los valores deducidos, como etapa inicial se realizó la selección de cada tipo y nivel de severidad y se registró en la columna del formulario PCI-01 ver (anexo 10), luego divide la cantidad de severidad de cada clase de daño del total del área de unidad de muestra la cual es la densidad de daño con el nivel de severidad especificado, finalmente obtuve el valor deducido para cada tipo de falla apoyándome en las curvas “Valor deducido de daño” (Michels, 2017, p.5). Se adjuntan en el anexo 11.

Segunda etapas se calculó el número máximo admisibles de valores deducidos tenemos dos casos, primer caso: si en la unidad no existe valor

deducido mayor a 2 o puede ser 1, en este caso se aplica la fórmula 2 (ver anexo 8); si fuera el segundo caso, cuando existiera más de un valor deducido mayores que 2 el número de máximo de valores deducidos de calcular con la fórmula 3 (ver anexo 8)

Como etapa fila del paso 4 es calculo PCI de una sección del pavimento que se puede presentar 3 casos, en la primera si todas las unidades de muestreo fueron tomadas para el cálculo de PCI entonces el valor PCI será solo el promedio de los PCI calculados para cada unidad de muestra, puede ser que se presente también el segundo caso que solo se utilizó las técnicas de muestreo y la selección de unidades de muestra se realizó mediante técnicas de aleatorio y no existen muestras adicionales, el resultado del PCI será el promedio de los PCI calculados de cada unidad de muestra. Finalmente puede ser el caso que se puede usar unidades de muestreo adicionales, entonces se usara la fórmula 3 para calcular PCI ver anexo 8.

## **2.5. Aspectos éticos**

En el presente trabajo se aplicó la ética en la obtención, procesamiento de dato para realizar con mucha responsabilidad y no fueron adulterados, ni modificados lo que garantiza la veracidad de los resultados y la calidad de la investigación.



### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la metodología presentada para analizar el deterioro de Pavimentos Asfáltico de la Carretera Huaraz – Caraz, Tramo Cruce Taricá – Jangas, posee una extensión de 310 metros y una sección transversal conformado por dos carriles de 7.20 metros de ancho en ambos sentidos y paseo peatonal de 1.20 metros el tránsito por lo general es pesado y liviano Anexo 6 y grafico 1, 4 y 5.

En la carretera del tramo inspeccionado, se pudo visualizar usando la ficha de observación (ver anexo 9), en la que se encontró el pavimento flexible (asfalto) con diferentes patologías, como son: fisuras, deformaciones, pérdida de capa estructural, daños superficiales, presencia de aguas, grietas longitudinales, grieta transversales, grietas diagonales, grietas en las esquinas, desplazamiento, daños del sello en la junta en el puete.

Esta patologías antes mencionadas se generaron con la presencia de varios factores que se encontró en la carretera, en la gráfica 1, 2,3,4 y 6 se puede observar y podemos afirmar que el pavimento presenta las patologías por el problema de falta de drenaje en la zona, el descuido del mantenimiento en las zonas donde existe un canal que está casi junto con el pavimento como podemos apreciar en la grafico 3, es de esta forma entendimos con lo que dice A.P. Singh et al. (2017), mucha de las veces en mantenimiento inadecuado puede llevar a ser inutilizable para los usuarios (p.565).

Para analizar el grado de severidad de las patologías que se exhiben en via asfáltico, en la via de Huaraz-Caraz distancia desde Cruce trafica hasta jr. Jangas Breña de la territorio de Ancash, presente en su estudio y calificación del lugar con la ayuda de registro de guías de inspección PCI desde la tabla 1.

**Tabla 1. Exploración de la unidad U1 de la muestra, hoja de registro total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidad Parciales</b>	<b>Área total m<sup>2</sup></b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
1	M	2	0.9	0.32	20
4	L	6	2.6	0.89	9
10	M	1	0.4	0.13	0
11	L	1	1.8	0.6	3.5
13	L	3	0.6	0.2	5
15	M	1	0.1	0.02	4
16	L	2	1.2	0.41	7
18	L	2	5.5	1.85	10

**Fuente:** Preparación propia, carretera huaraz – caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

De toda la área investigada se analizo 298.2m<sup>2</sup> de tramo con una longitud a 41.00m donde tenemos como resultado una nivel de severidad baja que son las Grietas, los Parches, los Ahuellamientos, Las Grietas Transversales y longitudinales y por ultimo los huecos estos resultados son de la tabla 1 que tiene una depresión baja severidad y media severidad.

Por otra parte tenemos el deterioro que mas afectaron al pavimento son los abultamientos con una severidad baja depresión y son fallas estructurales, el piel de cocodrilo es el mas notorio y tiene una deprecion de baja severidad y es la que mayor parte ocupa de toda la unidad muestral.

Las grietas Longitudinales y trasversales son las que no se pueden notar mucho tienen una dimencion de 4,80m de toda la unidad muestral.

Es esta parte del resultado no se toma encuentra los desplazamientos y parches por el resultado de que el VDM es igual a cero.

**Tabla 2. Procesamiento de dato PCI de unidad U1 de la muestra.**

Numero	Valores Deducidos Total	q	CDV
01	56.6	7	21
02	57.0	6	22
03	55.0	5	26
04	52.0	4	27
05	47.0	3	29
06	40.0	2	30
07	32.	1	34

**Fuente:** Preparación propia, carretera huaraz – caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Los resultados del PCI en la Tabla 2 tenemos los valores deducidos con valores iguales a 21.00, 22.00, 26.00, 27.00, 29.00, 30.00, 34.00 que equivalen a 07 valores deducidos en los cuales el VDM equivale a 34 significa que que su PCI es igual a 66 por lo que se califica al pavimento como un Pavimento Bueno como se puede comprobar con tablas del anexo 17.

Lo que no se puede apreciar en esta parte de los resultados son los parches en el la via y desplazamientos del asfalto por echo de que VDM de estas fallas es igual a cero, es asi que se dice las fallas no son muy notorios comparado con toda la unidad muestral.

**Tabla 3. Exploración de la unidad U2 de muestra, del hoja de registro total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total m <sup>2</sup>	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	4	4.1	1.48	12.00
11	M	2	2.3	0.81	6.00
13	L	6	7.1	2.54	31.00
15	M	4	4.9	1.77	11.00
16	L	4	3.5	1.26	7.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Los resultados de todo la área 2254m<sup>2</sup> se tuvo una muestra (U2) de 278.6m<sup>2</sup> en el cual se encontró un nivel de severidad baja con presencia de parches y los desplazamientos como se muestra en la tabla 3.

En esta parte del análisis de la tabla 3 lo que más se encontró en esta parte de la carretera fueron los parches, según se considera en esta parte del análisis tiene un problema estructural con severidad baja, en esta parte se puede también con la descripción de la gráfica el parcheo es la mayor parte ocupa.

El otro de los mayores influyentes son los desplazamientos de juntas, los parches por último el piel de cocodrilo sumando un área total de 16.10m<sup>2</sup>.

**Tabla 4. Procesamiento de dato PCI de unidad U2 de la muestra**

Numero	Valores Deducidos Total	q	CDV
01	63.3	5	32.00
02	63.0	4	37.00
03	58.0	3	35.50
04	49.0	2	34.50
05	39.0	1	32.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Los resultados de la tabla 4, tienen los valores 05 deducidos que representa con números 32, 37, 35.5, 34.5 y 32. Esto significa que solo tenemos un valor que sobre sale por ser el máximo valor con 37.00 esto quiere decir tenemos un PCI igual a 63.00 de igual manera equivale a un pavimento bueno en esta unidad (U2).

**Tabla 5. Exploración de la unidad U3 de la muestra, del hoja de registro total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total m <sup>2</sup>	Densidad (%)	Valor deducido
4	M	8	14.0	4.81	20.00
13	L	4	2.2	0.74	18.00
16	M	3	4.8	1.66	30.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

De toda el analisis una parte que equivale 290m<sup>2</sup> que representa a la unidad (U3) del total (2254m<sup>2</sup>), en esta unidad muestral tambien se encuentra en su mayoría huecos con baja severidad como se muestra en la tabla 5 y se describe que tiene una baja severidad con un bajo seguridad en la via.

De todo la unidad muestral se tiene desgastes es el mas pronunciados, por el mismo hecho que afectaron por los parches que se realizo por las fallas estructurales y es asi que se tiene una depresión de severidad media.

Tambien en esta parte del análisis de la carretera se pudo notar los undimeintos en varias lados de la misma forma los abultamientos teniendo ambas una área total de 18.8m<sup>2</sup>.

**Tabla 6. Procesamiento de dato PCI de unidad U3 de la muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	70.0	3	46.00
2	54.0	2	39.00
3	36.0	1	35.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Teniedo el procesaiento en la tabla 6 que se trata de los 03 valores deducidos coregidos repercentados con 46.00 , 39.00 y 35.00, para el calculo del PCI tenemos el VDM con el cual vamos a tener un PCI usando la tabla igua a 74.00 (ver anexo 13), que representa a un pavimento en estado regular.

**Tabla 7. Exploración de la unidad U4 de la muestra, del hoja de registro total de tramo, Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total $m^2$	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	2	11.0	3.79	25.00
11	M	2	0.7	0.24	2.00
13	L	1	0.4	0.12	1.00
15	M	2	1.4	0.48	16.00
16	L	3	7.1	2.44	10.00

Fuente: Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

En la tabla 7, el nivel de severidad baja son parcheo y huecos con una depresión baja y de media severidad para la unidad de muestra de  $290m^2$  del total de tramo inspeccionado que equivale a de  $2254m^2$

De la igual manera el piel de cocodrilo, abultamientos y desplazamientos, son las fallas que mas afectan al desperfecto del pavimento. Es asi que destaca mas el piel de cocodrilo con mayor área que ocupa con  $11.00m^2$ .

Es asi que los abultamiento y desplazamientos son las fallas que mas influyen, que sumando ambas llega tener una área total de  $8.50m^2$ .

**Tabla 8. Procesamiento de dato PCI de unidad U4 de la muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	53.7	5	32.00
2	55.0	4	35.00
3	53.0	3	36.00
4	43.0	2	38.00
5	27.0	1	30.00

Fuente: Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Según los resultados de la tabla 8 se tiene 5 valores deducidos que corresponde a 32.00, 35.00, 36.00, 38.00 y 30.00. En esta tabla 8 el máximo valor deducido rectificado es de 38.00, y según el proceso de nuestra tabla (ver anexo12) tenemos un resultado PCI de 62 que corresponde a un Buen pavimento.

**Tabla 9. Exploración de la unidad U5 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total $m^2$	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	1	2.3	0.87	10.00
10	L	3	7.8	2.92	5.00

Fuente: Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Dentro de la tabla 9, la unidad de muestra (U5) es de  $268.8m^2$ , del tramo total que tenemos en la inspección ( $2254m^2$ ), se encontraron las fallas de nivel de severidad baja con representaciones de las Grietas longitudinales estas tienen una depresión de baja severidad a lo que se puede ver en la tabla 9.

Las grietas son las que más afectan al deterioro del pavimento, por ser una falla estructural y su depresión tiene un grado de severidad baja. Debido a que sobresale más área en el análisis de la muestra.

El piel de cocodrilo son las fallas menos influyentes por ser una falla inducida por agentes externos y tiene un área total de  $2.3m^2$

**Tabla 10. Procesamiento de dato PCI de unidad U5 de la muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	15.0	2	11.00
2	12.0	1	15.00

Fuente: Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Dentro de la tabla 10 se puede observar dos resultados con 2 valores deducidos que comprenden 11.00 y 15.00 que con valor deducido. Por lo que se puede interpretar el mayor valor deducido máximo de 15.00, dato obteniendo se calculo con la ayuda de tablas PCI (ver anexo 12) tenemos un PCI de 85.00 que comprende al estado de pavimento excelente.

**Tabla 11. Exploración de la unidad U6 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total m <sup>2</sup>	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	2	8.1	2.94	20.00
3	M	7	12.8	4.67	11.00
13	L	2	1.4	0.50	17.00

Fuente: Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Viendo la tabla 11, para unidad de muestra (U6) de 273.5m<sup>2</sup>, del tramo total de 2254m<sup>2</sup>, se tiene fallas de nivel de severidad baja con lo que comprende de Agrietamiento en bloques.tambien se registra una depresión Media.

Los huecos y piel de cocodrilo son las fallas que mas afectan al deterioro del pavimento por ser una falla estructural con una depresión de severidad Baja, en esta parte la que resalta mas es el piel de cocodrilo por abarcar mayor parte de área inspeccionada.

Agretamiento en bloques son las fallas mas influyentes, que tiene una medita total de un área de 12.8m<sup>2</sup>.

**Tabla 12. Procesamiento de dato PCI de unidad U6 de la muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	48.0	3	29.20
2	39.0	2	28.00
3	22.0	1	22.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.



Se obtuvo 3 valores deducidos en la tabla 12 lo cual corresponde a valores 29.20, 28.00 y 22.00. De esto se tiene el máximo valor deducido corregido que corresponde a un valor de 29.2 se calcula con el apoyo de tablas PCI (ver anexo 12), tenemos como resultado un valor PCI de 70.8 esto comprende tener en el análisis de muestra un pavimento excelente.

**Tabla 13. Exploración de la unidad U7 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total $m^2$	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	2	1.8	0.65	9.00
0	0	0	0	0	0

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

En la tabla 13, la (U7) muestral de  $275.4m^2$  del total del tramo que comprende de  $2254m^2$ , su nivel de severidad es bastante bajas por lo que solo se registra piel de cocodrilo, y tiene una depresión baja.

En este parte del tramo el deterioro del pavimento es relativamente baja por encontrar solo piel de de cocodrilo y un grado de severidad baja.

**Tabla 14. Procesamiento de dato PCI de unidad U7 de la muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	9.0	1	9.50
0	0	0	0

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Dentro de la tabla 14 se puede ver solo un valor deducido de 9.50, El máximo valor deducido corregido es el único 9.50 por no contar con mas valores, por el cual tenemos como resultado un PCI de 90.50 esto comprende que es un excelente pavimento.

**Tabla 15. Exploración de la unidad U8 de la muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Daño	Severidad	Cantidad Parciales	Área total m <sup>2</sup>	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	9	29.8	10.64	38.00
3	M	6	5.4	1.91	6.00
4	L	7	17.6	6.29	30.00
9	L	2	0.4	0.14	0.00
11	M	6	3.1	1.11	10.00
13	L	6	22.0	7.86	50.00
19	M	4	1.0	0.36	4.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

Según la tabla 15, la unidad de muestra (U6) es de 273.5m<sup>2</sup>, dentro del total del tramo que comprende de 2254m<sup>2</sup>, que comprende 07 valores deducidos, tiene un nivel de severidad baja que fueron la siguiente: desprendimientos en bloques, agrietamiento y desnivel de carril, en lo cual se inspeccionó también una depresión de valor Media

Los huecos, abultamientos y hundimientos son las fallas que más afectan al deterioro del pavimento por ser fallas estructurales por lo que se tiene una depresión con grado de severidad baja, La que resalta más son los huecos que ocupa mayor área en el pavimento inspeccionado.

Para finalizar, los huecos, piel de cocodrilo y desprendimientos en bloques son fallas estructural, que alcanzan una un área total de 51.80m<sup>2</sup>.

**Tabla 16. Procesamiento de dato PCI de unidad U8 de la muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	135.7	6	65.00
2	136.0	5	70.00
3	130.0	4	72.00
4	120.0	3	64.00
5	90.0	2	60.00
6	52.0	1	53.00

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

En la tabla 16, se puede ver que se obtuvieron 6 valores deducidos: 65.00, 70.00, 72, 64.00, 60.00 y 53.00. En lo que se encuentra el máximo valor deducido corregido es tiene un valor de 72.00, teniendo resultado de un PCI igual a 28.00 que equivale a un pavimento Malo.

En las siguientes tablas tenemos los resultados finales (tabla 17 y tabla 18) de muestra total, donde se puede calificar lo que se explicó al inicio de los objetivos de análisis visual con la ficha de observación y apoyo de las tablas PCI.

**Tabla 17. Resumen de exploración de toda las unidades de muestra, del hoja de investigación total de tramo Cruse tarica – Jr. Jangas breña.**

Tabla	Daño	Severidad	Total m <sup>2</sup>	Densidad (%)	Valor Deducido
1	18	L	5.5	1.85	10
3	13	L	7.1	2.54	31
5	16	M	4.8	1.66	30
7	13	L	11	3.79	25
9	1	L	2.3	0.87	10
11	1	L	8.1	2.94	20
15	13	L	22	7.86	50

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruse Tarica – Jr. Jangas breña.

La tabla 17, es donde se realiza el resultado general del total de tramos a analizados, se puede observar las fallas que mas afectan son los abultamientos, hundimientos y huecos por ser fallas estructurales, tiene una depresión y por el cual tiene un grado de severidad baja.

**Tabla 18. Procesamiento de dato PCI de todas las muestra.**

Número	Valores Deducidos Total	q	CDV
1	176	7	74.2
2	168	6	73.0
3	158	5	73.5
4	138	4	79.5
5	113	3	66.8
6	83	2	58.0
7	52	1	53.2

**Fuente:** Preparación propia, carretera Huaraz – Caraz tramo Cruce Tarica – Jr. Jangas breña.

Observamos el resultado en la tabla 18, con 07 valores deducidos que corresponden a los resultados 74.20, 73.00, 73.50, 79.50, 66.80, 58.00 y 53.20. en esta parte calculamos el estado general del pavimento donde el máximo valor deducido corregido es de 79.5, esto indica que tiene un PCI dando como resultado de 20.5 que corresponde a un pavimento Muy Malo.

Con resultado de este trabajo de investigación respecto a los objetivos se definió como objetivo general. Analizar el nivel de deterioro que presenta el pavimento asfáltico en la carretera Huaraz – Caraz, tramo Cruce Taricá hasta Jr. Jangas Breña según las los cálculos de PCI que se encuentran en las tablas 1-17; y dentro de los objetivos específicos se plantearon para que nos permita examinar de forma regulada y sistemática el objetivo central, primer objetivo específico sé identifico las fallas, para proponer sugerencias de reparación que más se adecuen a un actuación en particular de los pavimentos flexibles gracias a la inspección visual de todo el pavimento para esto se usó la ficha observación ver anexo 8.

Para el segundo objetivo, se describió los agentes que dañen la carretera y el cambio en la que se encuentra el tramo cruce Taricá - Jangas de la carretera Huaraz a Caraz, tercer y último objetivo específico analizar y evaluar el mantenimiento de la vía para evitar accidentes con una falla futura que se puede presentar en su vida útil para esto se calculó usando las tablas del 01 al 17. Y es así que los resultados sobre la exploración de patologías y los orígenes

que ocasiona al la carretera principal del tramo de cruce Taricá – Jr. Jangas, problemas ocasionados por falta de mantenimiento, según nuestras tablas de recolección y nuestros cálculos del PCI de la unidad de muestra (U1), (U2), (U3), (U4), (U5), (U6), (U7) y (U8).

De tramos examinados comprende en total de  $2254m^2$  legamos a cotastar que nuestro objetivo tiene relación con nuestro estudios y objetivos con nuestros resultados y evidencias (Fotos y Registros de inspección), la dimensión de las patologías son inspeccionadas por tramos y por tramo total en la que se pudo observar en condiciones malas y irregulares esto ocurre solo cruces y donde no existe alcantarillas ni cunetas y las unidades de muestra que están en condiciones buenas son porque tiene las obras de arte (alcantarillas) y por encontrarse en buen estado el sistema de bombeo.

#### IV. CONCLUSIONES

Según la investigación que se realizó aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) para examinar el tramo desde cruce tarica – Jangas de la vía central de Huaraz-Caraz, como se pudo mostrar en los resultados en la unidad de muestras (U1) se considera que el pavimento está en buenas condiciones (Pavimento Bueno) con un PCI igual a 66.00 y de la misma forma (U2) tiene un PCI igual a 64.50 que también se considera bueno, estas dos muestras considero que está en buenas condiciones por lo que existe alcantarillas y el pavimento tiene una inclinación por lo que el sistema de bombeo funciona y no se deposita agua al pavimento, cuando entramos a unidades de muestra de (U3) el pavimento comienza a presentar algunas grietas teniendo como resultado un PCI igual a 54.00 (Pavimento regular), en la unidad (U4) tenemos un PCI igual a 62.00 (Pavimento Bueno), (U5) con un resultado PCI igual a 85.00 (pavimento excelente), (U6) tiene un PCI igual a 70.8 que pertenece a un pavimento excelente, (U7) PCI igual a 90.50 que pertenece a un pavimento excelente (tabla 13) y por último tenemos la unidad muestral (U8) en la cual al observar las fallas podemos observar que el pavimento está en el estado así que tenemos PCI igual a 28.00 que equivale a pavimento Malo, ver (tabla 15).

Al identificar y análisis física–visual la vía central de Huaraz–Caraz de tramo de cruce de Taricá–Jangas, tenemos 15 fallas según nuestros resultados en los cuales las 03 clases de severidad encontramos Baja, Media y Alta con las cuales se realizó calificación al pavimento flexible de forma superficial dando como resultado corresponde a un pavimento Muy Malo por presentar en varias de sus unidades de muestra con fallas muy pronunciadas, es así que se sugiere la realización de la reparación del tramo.

Para finalizar, al realizar la evaluación de forma visual y sustentando con el la guía de análisis PCI se pudo identificar las fallas y los problemas que ocasionan la destrucción del pavimento analizado es así los problemas que se presentan es por falta de mantenimiento y falta de acondicionar alcantarillas y el descuido de mantenimiento de alcantarillas en los cruces donde cómo se puede visualizar en las gráficas 04 y 05 evidencias en el anexo 06.

## **V. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones a todas las instituciones competentes como es el ministerio de transportes y comunicaciones tomar la nuestra investigación, para poder tener que vigilar las condiciones del tramo para su mantenimiento y mejorar la vía de Huaraz – Caraz en las próximas construcciones, esta vía es de mucha importancia para el comercio, desarrollo de nuestras localidades que usan esta carretera para conectarse con otras localidades más grandes.

De misma forma a las autoridades estar vigilantes en la ciudad de Jangas tener presente nuestro trabajo de investigación para estar vigilantes al mantenimiento (ver tablas de las unidades de muestras (U1), (U2), (U3), (U4), (U5), (U6), (U7) Y (U8), corregir las alcantarillas para solucionar el desgaste rápido que se presenta esta parte de la carretera evaluada y complementar una adecuada intervención para solucionar.

Por último se recomienda a la población que residen o usan la vía con frecuencia tener reflexión acerca del estado del pavimento para hacer el mantenimiento y tener presente aspectos importantes que no deben ser olvidados en el mantenimiento y reparación en pavimentos asfálticos de zonas de la investigación.

## REFERENCIAS

- 1.- SALGADO, Breno y MOMM, Leto. *Evaluación empírico-mecanística de las estructuras de pavimentos flexibles comparando herramientas computacionales y datos de pruebas de fatiga en laboratorio. Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil: 2017, Pavimentos Flexibles, Vol.18, p.p.24-29 trabajo de investigación.*
- 2.- *Desarrollo de curvas de deterioro para pavimento flexible y factor de incertidumbre.* PICADO, Grelvin. *Infraestructura Vial.* 18(31): 30-38, julio 2016. ISSN: 2215-3705
- 3.- GONZALES, Hilda, RUIZ, pilar y GUERRERO, Denisse. *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI).* *Ciencia en su PC*, vol. 1, núm. 4, 2019, Enero-Marzo 2020, pp. 58-71 ISSN: 1027-2887
- 4.- ABAD, Hilario. *Análisis comparativo del reciclado con asfalto espumado y la técnica convencional en la conservación periódica de la carretera Conococha Huaraz 2010-2011.* Facultad de ingeniería civil de la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNSAM), Huaraz: 2016. Tesis de grado ingeniero
- 5.- LEÓN, Clariza del Socorro. *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chancha mayo desde la cuadra 9 a la 14. Por el método: índice de condición de pavimentos.* Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca: 2017. Tesis de grado de ingeniero.
- 6.- A.P. Singh et al. *Pavement condition assessment using soft computing techniques .* *Pavement Research and Technology* 11 (2018) 564–581
7. - *The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen. Organization, Technology and Management in Construction* FAREED, y otros. 2016; 8: 1446–1455, DOI 10.1515/otmcj-2016-0008.
8. - KAN, Wu. *Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System.* Arizona State University. December 2015: p.89. A Thesis Master of Scienc.



- 9.- TACZA, Erica y RODRÍGUEZ, Braulio. *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*. Facultad de ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima: 2018 Tesis grado de Bachiller
10. - *A review of asphalt and asphalt mixture aging*. Fernández, W., Rondón, H., and Reyes, F., Ingeniería e Investigación. Vol. 33, No. 1. April 2013, pp. 5-12.
- 11 RAMOS, Bianca y MUÑIZ, Cesia. *Propuesta de diseño de mezcla asfáltica en drio de graduación densa como alternativa para el mantenimiento de pavimento flexible*, Universidad Centro Americana, Managua Nicaragua: Mayo 2013p.154
- 12.- PEREDA, Cinthia. *Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca*. De la Universidad Nacional de Cajamarca, La Colpa: 2014, p.192. Tesis de grado ingeniero civil.
- 13.- MARCELO, Edgar y VELOZ, Vany. *Análisis y evaluación de los pavimentos del sector rio seco el distrito de el porvenir, para determinar las fallas presentadas por causa del fenómeno el niño costero, aplicando el método de PC*. Departamento de ingeniería civil de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo: sn, 2019 – Tesis de grado con Registró N° 1759-2018-FI-UPAO. p.187
- 14.- CHOQUE, Juan. *Estudio comparativo del método PCI y el anual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, tramo EMP.PE-3S - ATUNCOLLA, 2017*. De la Universidad Nacional del Altiplano Puno: 2019. p.159
- 15.- CHUMAN, Frank. *Evaluación funcional del pavimento flexible en la carretera Chamaya Jaén, Km14+000-Km16+00*. Universidad Nacional De Cajamarca – Jaén: 2018. p.161
- 16.- HERNÁNDEZ, Gino Y TORRES, Carlos. *Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, tramo carretera Pomalca – Av. Victor Raúl Haya de la Torre*. De la Universidad Señor de Sipan, Pimentel: 2016.

- 17.- MERCEDES, Marco. *Modelo de gestión para mantenimiento de pavimentos flexibles en vías urbanas del distrito de Chiclayo*. De la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque: 2019. Grado de maestría
- 18.- *Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia*. MASSENLLI S.R. y Paiva E.L., Ingeniare. 19 de 07 del 2019, Revista chilena de ingeniería, vol. 27 N° 4, 2019, pp. 613-624
- 19.- MONTALVO, Kathleen, *Modelo de gestión de conservación vial, para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular en la carretera departamental ruta SM – 104, tramo: Lamas - Emp. PE-5N (puente Bolivia); Km 00+000 al Km 14+180, departamento San Martín, provincia Lamas, distrito Lamas Shanao*. De la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto: 2018.
- 20.- *Análisis de accesibilidad y conectividad de la red vial intermunicipal en el microsistema regional de la provincia Centro en Boyacá, Colombia*. BAUTISTA, Andrés. *Perspectiva Geográfica*, 2018. Vol. 23 (1), 123-141. doi:10.19053/01233769.8058
- 21.- CORREA, María y CAPIO, Luis. *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura*. Universidad de Piura, Piura: 2019.
- 22.- VANEGAS, Juan, *Análisis de pavement condition index (Pci) a parti del inventario de daños realizado por diferentes metodologías en pavimento asfáltico*. Universidad De Los Andes, Bogotá D.C.: 2012 p.68.
- 23.- *Operacionalización de variables*. BAUCE, Gerardo, CORDOVA, miguel y AVILA, Ana. *Rev. Inst. Nac. Hig. "Rafael Rangel", Revisiones*. 2018. 49 (2)
- 24.- RUBIO, M., MARTÍNEZ, Daza y REYES. *Mechanical Performance of HMA-2 Modified with Purified and Unpurified arbon Nanotubes and Nanofibers*. *Ingeniería e Investigación*. IOSR Journal of Mechanical & Civil Engineering (IOSR-JMCE) p.p: 09-15, ISSN: 2278-1684.
25. - *Root Cause Analysis for Pavement Failure*. PATIL, M, PATIL, N y LOLY, A. *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development*| Vol. 4, Issue 10, 2016. p.684-686, ISSN:2321-0613

- 26.- *AN OVERVIEW OF RESEARCH DESIGNS RELEVANT TO NURSING: PART 1: QUANTITATIVE RESEARCH DESIGNS*. SOUSA, Valmi, DRIESSNACK, Martha and COSTA Isabel, *ev Latino-am Enfermagem* 2007 maio-junho; 15(3):502-507.
- 27.- *Mechanistic-empirical pavement design guide: features and istinctive elements* MARTÍNEZ, Margarita y PÉREZ, Ignacio. *Revista de la Construcción Journal of Construction* 2015, 14(1), p.p32-40
- 28.- *Implementation of a performance-grade bitumen specification in South Africa*. BREDENHANN, S, et al. (2019), Vol 61 No 3, Pages 20–31, p.216. ISSN 1021-2019
- 29.- AFANASIEVA, Natalia, ALVARES, Mario y ORTIZ, Monica, *RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF AGED ASPHALTS*. CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro - Vol. 2 Núm. 3 Dic. 2002. p.121-134
- 30.- *Crack and mechanical behavior of CFRP plate-reinforced bridge*. YUAN, Xian et al. (2016) *Latin American Journal of Solids and Structures*, 2019, 16(6), e206, on line: <https://doi.org/10.1590/1679-78255575>
- 31.- *Mechanistic modelling of weak interlayers in flexible and semi-flexible road pavements: Part 2 Journal of the South African Institution of Civil Engineering* BEER, M, MAINA, J., and NETTERBERG, F., April 2012. Vol. 54 No 1, Pages 43–54, p.762-2
- 32.- *Jackson, pavements with different fatigue models*. AROBIO, Armando y GIL, *Revista Ingeniería de Construcción*. Universidad del Valle. Colombia Vol. 30 N°3 2015, p.178.
- 33.- ALI, Ali (2011). *EVALUATION PAVEMENT DISTRESSES USING PAVEMENT CONDITION INDEX*. University of Diponegoro Semarang, Semarang: 2011 p.136
- 34.- MICHELS, Dominic, *Pavement Condition Index and Cost of Ownership Analysis on Preventative Maintenance Projects in Kentucky*. *Maintenance Projects in Kentucky*" Theses and Dissertations--Civil Engineering. 2017 Digital Object Identifier: <https://doi.org/10.13023/ETD.2017.084>
- 35.- HAFIZYAR, Rustam y MOSABERPANAH, Mohammad. *Evaluation of Flexible Road Pavement Condition Index and Life Cycle Cost Analysis of Pavement*

*Maintenance: A Case Study in Kabul Afghanistan*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 9, (8) August 2018. p.1909, ISSN 2229-5518

36.- *A Specified Procedure for Distress Identification and Assessment for Urban Road Surfaces Based on PCI*. LOPRENCIPE, Giuseppe and PANTUSO, Antonio, Andrea Simone and Claudio Lantieri. Coatings 2017, 7, 65; DOI: 10.3390/coatings7050065

37.- *Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City*. AL-NEAMI, Mohammed, AL-RUBAEE, Rasha and KAREEM, Zainab, International Journal of Current Engineering and Technology, Vol.7, No.4, Aug 2017 E-ISSN 2277 – 4106, P-ISSN 2347 – 5161

38.- PSALMEN, Rijal and SEJAHTERA, Medis. *Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement*. MATEC Web of Conferences, 258. 30 (2019) : <https://doi.org/10.1051/matecconf/20192>.

39.- *Study of Flexible Pavement structure Maintenance in Runways with Pavement Condition Index (PCI) Method*. ATIKA, Meilinda et al. vol. 27 No.1, abril 2020: ISSN: 0853-2982

40.- Adly et al. *Rehabilitation Planning for Flexible Pavement using Rebound Deflection Method and PCI Method on Triwidadi Road of Yogyakarta*. International Journal Of Integrated Engineering. Vol.11No. 9 (2019) 201–211. ISSN : 2229-838X

41.- *Performance Assessment of Flexible Pavements: Fuzzy Evidence Theory Approach*. WADALKAR, Shruti, K. LAD, Ravindra and K. JAIN Rakesh. Civil Engineering Journal. Vol. 6, No. 8, August, 2020

42.- ABEDALI, Abdulhaq and JAWAD, Israa. *Modeling of Flexible Pavement Serviceability Based on the Fuzzy Logic Theory*. J. Transp. Eng., Part B: Pavements, 2018, 144(2): 04018017, ISSN: 2573-5438. : <https://www.researchgate.net/publication/324248784>

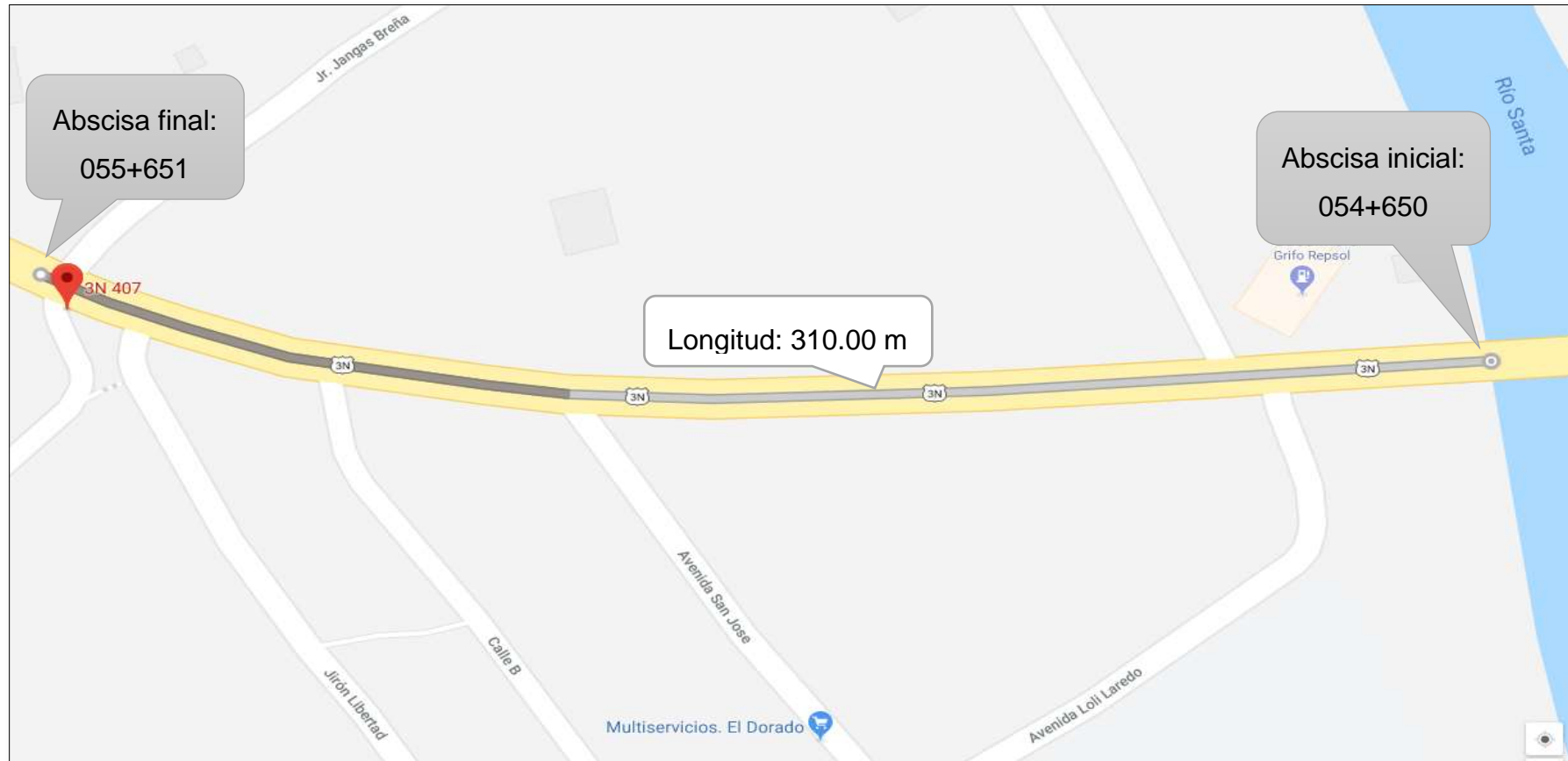
Anexo 4. Matriz de operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores		
Patología en pavimento flexibles	Se refiere a las categorías principales de daños comunes en la superficie del pavimento asfáltico que son: Agrietamiento, deformación superficial, desintegración (baches, otros.), defectos superficiales (sangrado, otros.) el agrietamiento conforma varias fallas por fatiga, longitudinal, transversal, bloque de grietas, deslizamiento reflectante, bordes (Patil, Patil y Loly, 2016, p.684-686). En su mayor parte, el agrietamiento inducido por la fatiga comienza como pequeñas fisuras longitudinales (Rubio, Martínez, Daza y Reyes, 2017, p.100).	Norma CE.010 pavimentos urbanos.	Evaluación superficial	Fisuras		
		Método del cálculo del índice de condición (PCI).		Deformaciones		
				Pérdida de capas Estructurales		
				Daños superficiales		
		Manual de carreteras MTC	Fichas de caracterización de inspección visual del pavimento flexible.	Método del cálculo del índice de condición (PCI).	Características Físicas	Otros daños
						Asentamientos: Longitudinales simples y dobles.
						Asentamientos: Transversales
						Baches
						Fisuras de borde
						Grietas
						Piel de cocodrilo
						Exudación
						Agrietamiento en bloques
						Parqueo
Pulimiento de agregado						
Hueco						
Ahuellamiento						

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 5. Plano del tramo inspeccionado

---



Fuente: Google Maps 2018 – Plano de intervención -<https://www.google.com/maps/dir/-9.3987053,-77.5792721/-9.3989202,-77.57569/@-9.3991227,-77.5786256,18z/data=!4m2!4m1!3e0>

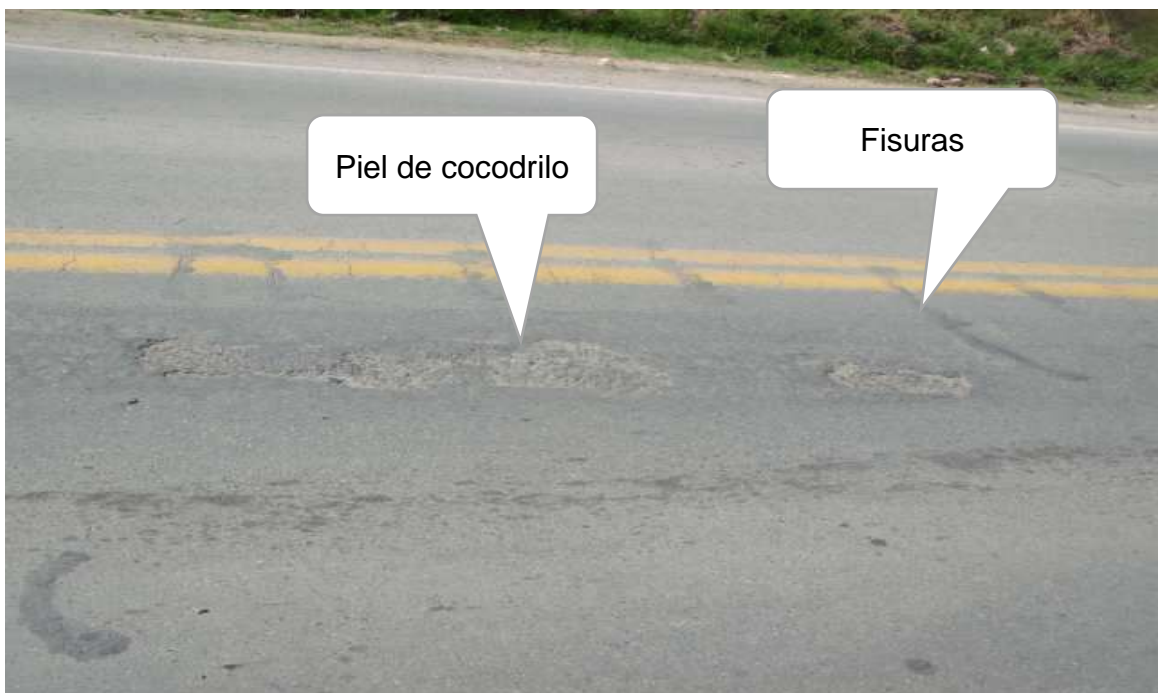
Anexo 6. Evidencias del tramo inspeccionado

---

Gráfico 1. Inspección del pavimento tramo Cruce Taricá- Jangas



Gráfico 2. Carretera principal de Huaraz - Caraz tramo Cruce Tarica- Jangas



Fuente: Fotografía de la carretera principal de Huaraz - Caraz

Gráfico 3: Evidencia de las causas del deterioro tramo Cruce Tarica- Jangas



Fuente: Elaboración propia, Fotografía de la carretera principal de Huaraz – Caraz

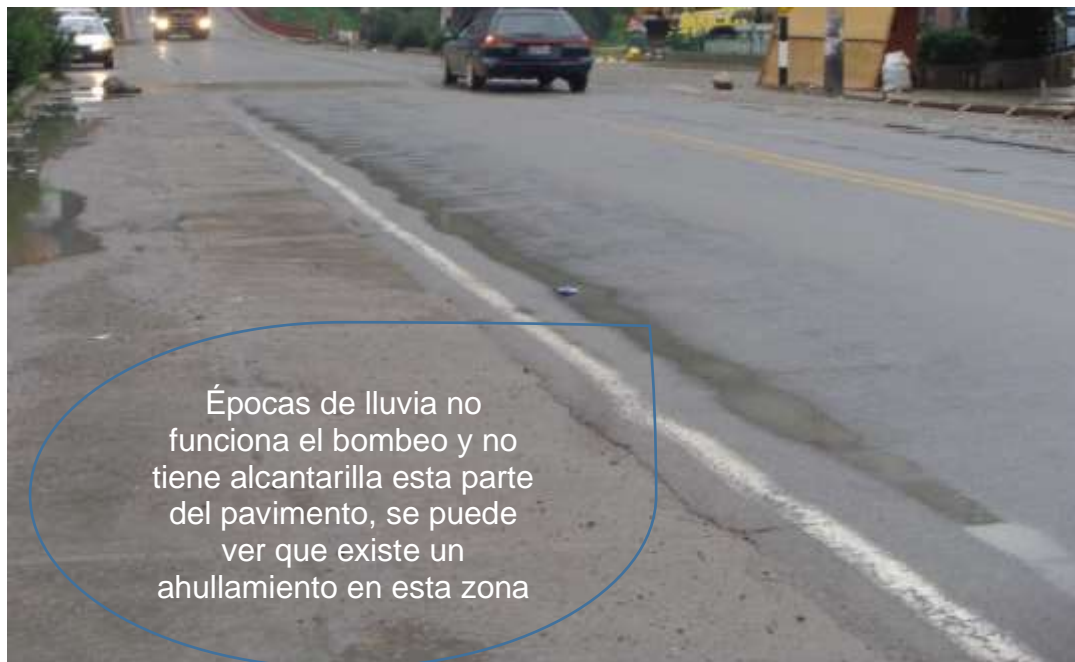


Gráfico 4. Evidencia del estado del pavimento en la carretera de Huaraz – Caraz



Fuente: Elaboración propia, Fotografía de la carretera principal de Huaraz – Caraz

Gráfico 5. Evidencia de analisis, epocas de lluvia del pavimento de Huaraz - Caraz



Fuente: Elaboración propia, Fotografía de la carretera principal de Huaraz – Caraz

Gráfico 6. Emposamiento de agua en la carretera principal de Huaraz - Caraz



Fuente: Elaboración propia, Fotografía de la carretera principal de Huaraz – Caraz

## Anexo 7. Registro de la unidad de muestra

Gráfico 7: Hoja de registro de la unidad de muestra U1, de tramo total, de la carretera central de Jangas.

ZONA	ABSISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTRA	ESQUEMA							
Cruce Tarica - Anta	054+650	U-I								
CODIGO DE VIA	ABSISA FINAL	AREA DE MUESTRA (m2)								
	55+651	298.2								
INPECCIONADA POR	FECHA									
Miller R. Chavez Aranibar	29/10/2018									
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parcheo	16	Desplazamiento			
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados	17	Grieta parabolica			
3	Agretamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de junta	13	Huecos	18	Inchamiento			
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea	19	Desprendimiento de agregados			
5	Corrugacion	10	Grieta Longy transversal	15	Ahuellatamiento					
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales m2</b>				<b>Total m2</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>		
1	M	0.1	0.9			0.9	0.32	20.00		
4	L	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	0.5	2.6	0.89	9.00
10	M	0.4						0.4	0.13	0.00
11	L	1.8						1.8	0.60	3.50
13	L	0.4	0.1	0.1				0.6	0.20	5.00
15	M	0.1						0.1	0.02	4.00
16	L	0.2	1.0					1.2	0.41	7.00
18	L	0.9				4.6		5.5	1.85	10.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 8: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U1.

Num.	Valores Deducidos							Total	q	CDV
1	20.0	10.0	9.0	7.0	5.0	4.0	1.6	56.6	7	21.00
2	20.0	10.0	9.0	7.0	5.0	4.0	2.0	57.0	6	22.00
3	20.0	10.0	9.0	7.0	5.0	2.0	2.0	55.0	5	26.00
4	20.0	10.0	9.0	7.0	2.0	2.0	2.0	52.0	4	27.00
5	20.0	10.0	9.0	2.0	2.0	2.0	2.0	47.0	3	29.00
6	20.0	10.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	40.0	2	30.00
7	20.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	32.0	1	34.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 9: Hoja de registro de la unidad de muestra U2, de tramo total, de la carretera central de Jangas.

ZONA	ABSISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTRA	ESQUEMA							
Cruce Tarica - Anta	054+650	U-2								
CODIGO DE VIA	ABSISA FINAL	AREA DE MUESTRA (m2)								
	55+651	278.6								
INPECCIONADA POR	FECHA									
Grupo de Investigacion - Tesina, 2018	29/10/2018									
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo	6	Depresion	16	Desplazamiento			
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados	7	Grieta de borde	17	Grieta parabolica			
3	Acretamiento en Bloque	13	Huecos	8	Grieta de deflexion de juntas	18	Inchamiento			
4	Abultamientos y undimientos	14	Cruce de via Ferrea	9	Desnivel Carril / berma	19	Desprendimiento de agregados			
5	Corrugacion	15	Ahuellatamiento	10	Grieta Longy trasversal					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales m2				Total m2	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	0.8	0.4	2.5	0.4	4.1	1.48	12.00		
11	M	1.7	0.6			2.3	0.81	6.00		
13	L	1.2	1.2	0.8	3.8	0.1	0.1	7.1	2.54	31.00
15	M	1.6	0.8	0.5	2.1	4.9	1.77	11.00		
16	L	0.1	0.1	1.9	1.5	3.5	1.26	7.00		

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 10. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U2.

Num.	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	31.0	12.0	11.0	7.0	2.3	63.3	5	32.00
2	31.0	12.0	11.0	7.0	2.0	63.0	4	37.00
3	31.0	12.0	11.0	2.0	2.0	58.0	3	35.50
4	31.0	12.0	2.0	2.0	2.0	49.0	2	34.50
5	31.0	2.0	2.0	2.0	2.0	39.0	1	32.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 11. Hoja de registro de la unidad de muestra U3, de tramo total, sección 1, de la carretera central de Jangas.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRA										ESQUEMA		
ZONA		ABSISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA							
Cruce Tarica - Anta		054+650			U-3							
CODIGO DE VIA		ABSISA FINAL			AREA DE MUESTRA (m2)							
		55+651			290							
INPECCIONADA POR					FECHA							
Miller R. Chavez Aranibar					29/10/2018							
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parcheo	16	Desplazamiento					
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados	17	Grieta parabolica					
3	Agretamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de juntas	13	Huecos	18	Inchamiento					
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea	19	Desprendimiento de					
5	Corrugacion	10	Grieta Longy trasversal	15	Ahuellatamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales m2								Total m2	Densidad (%)	Valor Deducido
4	M	2.5	0.2	2.1	0.4	1.3	0.9	2.1	4.6	14.0	4.81	20.00
13	L	1.3		0.3		0.3		0.4		2.2	0.74	18.00
16	M		1.1		2.3			1.4		4.8	1.66	30.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 12: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U3.

Num.	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	30.0	20.0	18.0	2.0	70.0	3	46.00
2	30.0	20.0	2.0	2.0	54.0	2	39.00
3	30.0	2.0	2.0	2.0	36.0	1	35.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 13: Hoja de registro de la unidad de muestra U4, de tramo total, de la carretera central de Jangas.

ZONA		ABSISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRA		ESQUEMA	
Cruce Tarica - Anta		054+650		U-4			
		55+651		290			
INPECCIONADA POR				FECHA			
Miller R. Chavez Aranibar				29/10/2018			
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parqueo	16	Desplazamiento
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados	17	Grieta parabolica
3	Agretamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de juntas	13	Huecos	18	Inchamiento
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea	19	Desprendimiento de
5	Corrugacion	10	Grieta Longy trasversal	15	Ahuellatamiento		
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales m2</b>			<b>Total m2</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1	L	5.5	5.5		11.0	3.79	25.00
11	M		0.3	0.4	0.7	0.24	2.00
13	L	0.4			0.4	0.12	1.00
15	M		1.0	0.4	1.4	0.48	16.00
16	L	4.8	2.3		7.1	2.44	10.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 14: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U4.

Num.	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	25.0	16.0	10.0	2.0	0.7	53.7	5	32.00
2	25.0	16.0	10.0	2.0	2.0	55.0	4	35.00
3	25.0	16.0	10.0	2.0		53.0	3	36.00
4	25.0	16.0	2.0			43.0	2	38.00
5	25.0	2.0				27.0	1	30.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 15: Hoja de registro de la unidad de muestra U5, de tramo total, de la carretera central de Jangas.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRA			ESQUEMA				
ZONA	ABSISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTRA					
Cruce Tarica - Anta	054+650	U-5					
CODIGO DE VIA	ABSISA FINAL	AREA DE MUESTRA (m2)					
	55+651	268.8					
INPECCIONADA POR	FECHA						
Miller R. Chavez Aranibar	29/10/2018						
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parqueo		
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados		
3	Acretamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de juntas	13	Huecos		
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea		
5	Corrugacion	10	Grieta Longy transversal	15	Ahuellatamiento		
16	Desplazamiento	17	Grieta parabolica	18	Inchamiento		
19	Desprendimiento de						
Daño	Severidad	Cantidades Parciales m2			Total m2	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	2.3			2.3	0.87	10.00
10	L	0.3	5.0	2.5	7.8	2.92	5.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 16: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U5.

Num.	Valores Deducidos		Total	q	CDV
1	10.0	5.0	15.0	2	11.00
2	10.0	2.0	12.0	1	15.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 17: Hoja de registro de la unidad de muestra U6, de tramo total, de la carretera central de Jangas.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRA						ESQUEMA					
ZONA		ABSISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRA							
Cruce Tarica - Anta		054+650		U-6							
CODIGO DE VIA		ABSISA FINAL		AREA DE MUESTRA (m2)							
		55+651		273.5							
INPECCIONADA POR				FECHA							
Miller R. Chavez Aranibar				29/10/2018							
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño				
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parcheo	16	Desplazamiento				
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados	17	Grieta parabolica				
3	Agretamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de juntas	13	Huecos	18	Inchamiento				
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea	19	Desprendimiento de				
5	Corrugacion	10	Grieta Longy transversal	15	Ahuellatamiento						
Daño	Severidad	Cantidades Parciales m2							Total m2	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	6.1							8.1	2.94	20.00
3	M	0.7	2.2	3.5	3.0	2.7	0.4	0.4	12.8	4.67	11.00
13	L	0.5		0.9					1.4	0.50	17.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 18: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U6.

Num.	Valores Deducidos			Total	q	CDV
1	20.0	17.0	11.0	48.0	3	29.20
2	20.0	17.0	2.0	39.0	2	28.00
3	20.0	2.0		22.0	1	22.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.



Gráfico 19: Hoja de registro de la unidad de muestra U7, de tramo total, sección 1, de la carretera central de Jangas.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRA			ESQUEMA				
ZONA	ABSISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTRA					
Carretera Central - Jangas	054+650	U-7					
CODIGO DE VIA	ABSISA FINAL	AREA DE MUESTRA (m2)					
	55+651	275.4					
INPECCIONADA POR	FECHA						
Miller R. Chavez Aranibar	29/10/2018						
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parqueo	16	Desplazamiento
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados	17	Grieta parabolica
3	Agretamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de juntas	13	Huecos	18	Inchamiento
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea	19	Desprendimiento de
5	Corrugacion	10	Grieta Longy trasversal	15	Ahuellatamiento		
Daño	Severidad	Cantidades Parciales m2		Total m2	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L	1.4	0.4	1.8	0.65	9.00	
				0.0	0.00		
				0.0	0.00		

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 20: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U7.

Num.	Valores Deducidos	Total	q	CDV
1	9.0	9.0	1	9.50
2				
3				
4				

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 21: Hoja de registro de la unidad de muestra U8, de tramo total, sección 1, de la carretera central de Jangas.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRA										ESQUEMA			
ZONA		ABSISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRA									
Carretera Central - Jangas		054+650		U-8									
CODIGO DE VIA		ABSISA FINAL		AREA DE MUESTRA (m2)									
		55+651		279.9									
INPECCIONADA POR				FECHA									
Grupo de investigacion - Tesina				29/10/2018									
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de Cocodrilo	6	Depresion	11	Parcheo	16	Desplazamiento						
2	Exudacion	7	Grieta de borde	12	Pulimento de agregados	17	Grieta parabolica						
3	Agrietamiento en Bloque	8	Grieta de deflexion de juntas	13	Huecos	18	Inchamiento						
4	Abultamientos y undimientos	9	Desnivel Carril / berma	14	Cruce de via Ferrea	19	Desprendimiento de						
5	Corrugacion	10	Grieta Longy trasversal	15	Ahuellatamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales m2									Total m2	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	4.1	3.6	8.2	1.2	7.1	2.5	0.5	0.9	1.7	29.8	10.64	38.00
3	M	0.7		0.8	0.6		0.5	1.3		1.5	5.4	1.91	6.00
4	L	6.5	2.0	0.9		3.0	2.0	3.0		0.2	17.6	6.29	30.00
9	L	0.3					0.1				0.4	0.14	0.00
11	M	0.9		0.2		0.5	0.8	0.2		0.5	3.1	1.11	10.00
13	L	9.2	3.6	3.4	2.8		0.5	2.5			22.0	7.86	50.00
19	M	0.4		0.1		0.1				0.4	1.0	0.36	4.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

Gráfico 22: Cálculo del PCI de la unidad de muestra U8.

Num.	Valores Deducidos							Total	q	CDV
1	50.0	38.0	30.0	10.0	6.0	1.7		135.7	6	65.00
2	50.0	38.0	30.0	10.0	6.0	2.0		136.0	5	70.00
3	50.0	38.0	30.0	10.0	2.0			130.0	4	72.00
4	50.0	38.0	30.0	2.0				120.0	3	64.00
5	50.0	38.0	2.0					90.0	2	60.00
6	50.0	2.0						52.0	1	53.00

Fuente: Elaboración propia, carretera central de la ciudad de Jangas.

## Anexo 8. Fórmula PCI en el desarrollo de trabajo de investigación.

---

Fórmula 1: Cálculo de número mínimo para la unidad de muestra

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \cdot (N - 1) + \sigma^2}$$

Fuente: Atika et al. Study of Flexible Paviment structure Maintenance in Runways with Pavement Condition Index (PCI) Method. p.27

para esta investigación,

$$n = \frac{8 \cdot 10^2}{\frac{5^2}{4} \cdot (8 - 1) + 10^2} \cong 6$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

N: número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el valor de PCI de la sección (e=5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las Unidades de Muestreo.

Fórmula 2: Cálculo si en la unidad no existe valor deducido mayor a 2 o puede ser 1.

$$PCI = 100 - VDT$$

Fórmula 3: cálculo de número mínimo para la unidad de muestra

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98(100 - HDVi)}$$

Donde:

$m_i$ : Número Máximo admisible de "Valores Deducidos" para la unidad de muestreo

HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo

Anexo 9. Ficha de observación para la inspección de la carretera.

FICHA DE OBSERVACIÓN						
Objetivo de la observación: la presente información es recolectada con el propósito de determinar los factores de las patologías que se presentan en pavimento asfáltico, en la carretera de Carhuaz						
Registro de observación						
Fecha	Día	Mes	Año	observación	La observación fue realizada en el tramo del cruce de Tarica a Anta	
	30	10	18			
Lugar			Ciudad	Huaraz		
Autores:						
- Bedón Destre, Jerry		- Gamarra Macedo, Ronald				
- Chávez Araníbar, Miller		- Romero Cruz, Dasay				
- Zorrilla Ramírez, Edwin						
Estudiantes de la carrera de ingeniería civil de la UCV Huaraz						
INDICADORES				NUNCA	SI	NO
¿la carretera presenta fisuras?					x	
¿la carretera presenta deformaciones?					x	
¿la carretera presenta pérdida de capas estructurales?					x	
¿la carretera presenta daños superficiales?					x	
¿la carretera presenta acción de Agua?					x	
¿la carretera presenta asentamiento?						x
¿la carretera presenta baches?						x
¿la carretera presenta superficie pulimentada?					x	
¿la carretera presenta grietas longitudinales?					x	
¿la carretera presenta grietas transversales?					x	
¿la carretera presenta grietas diagonales?					x	
¿la carretera presenta grietas en esquina?					x	
¿la carretera presenta grietas de bloque?					x	
¿la carretera presenta desplazamiento?					x	
¿la carretera presenta daño del sello de la junta?					x	



# Anexo 11. Curvas (Guía) Paviment Conditions Index (PCI).

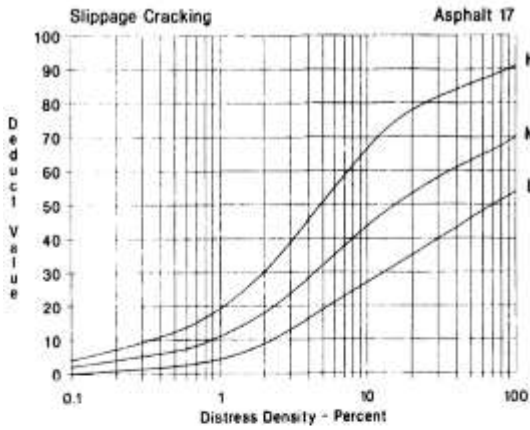


Fig. 5. Slippage DV [25].

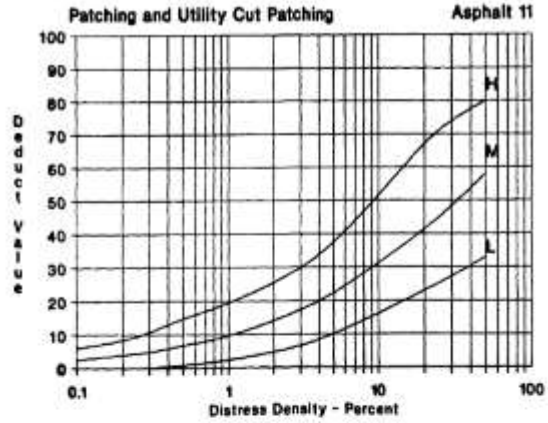


Fig. 6. Patching utility cut patching DV [25].

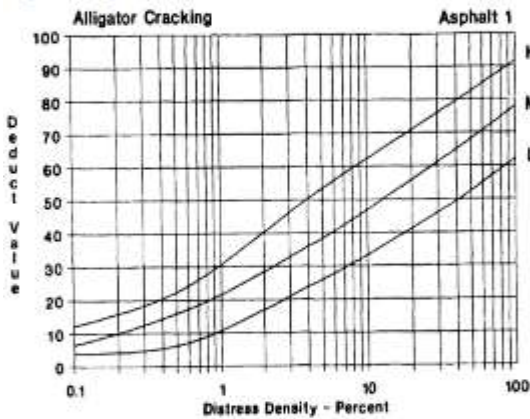


Fig. 7. Fatigue DV [25].

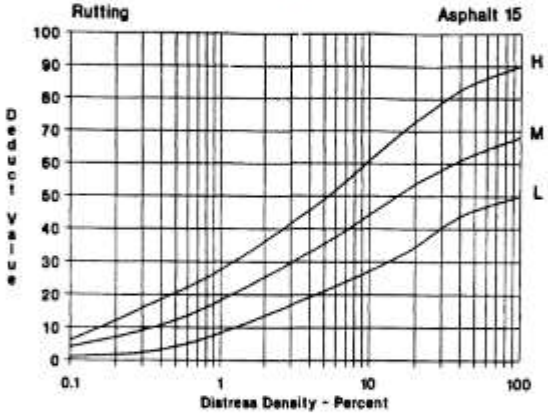


Fig. 8. Rutting DV [25].

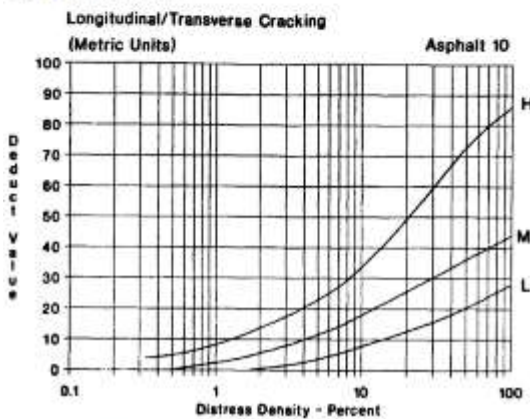


Fig. 9. Longitudinal and Transverse

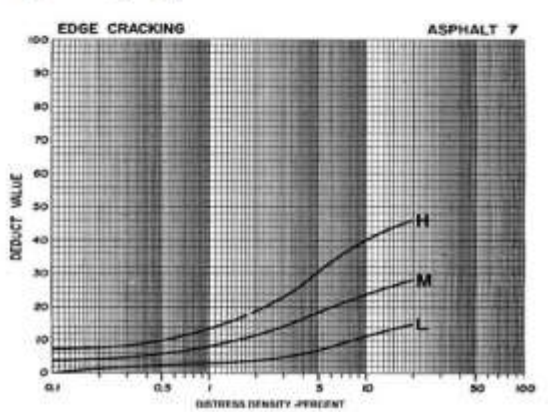
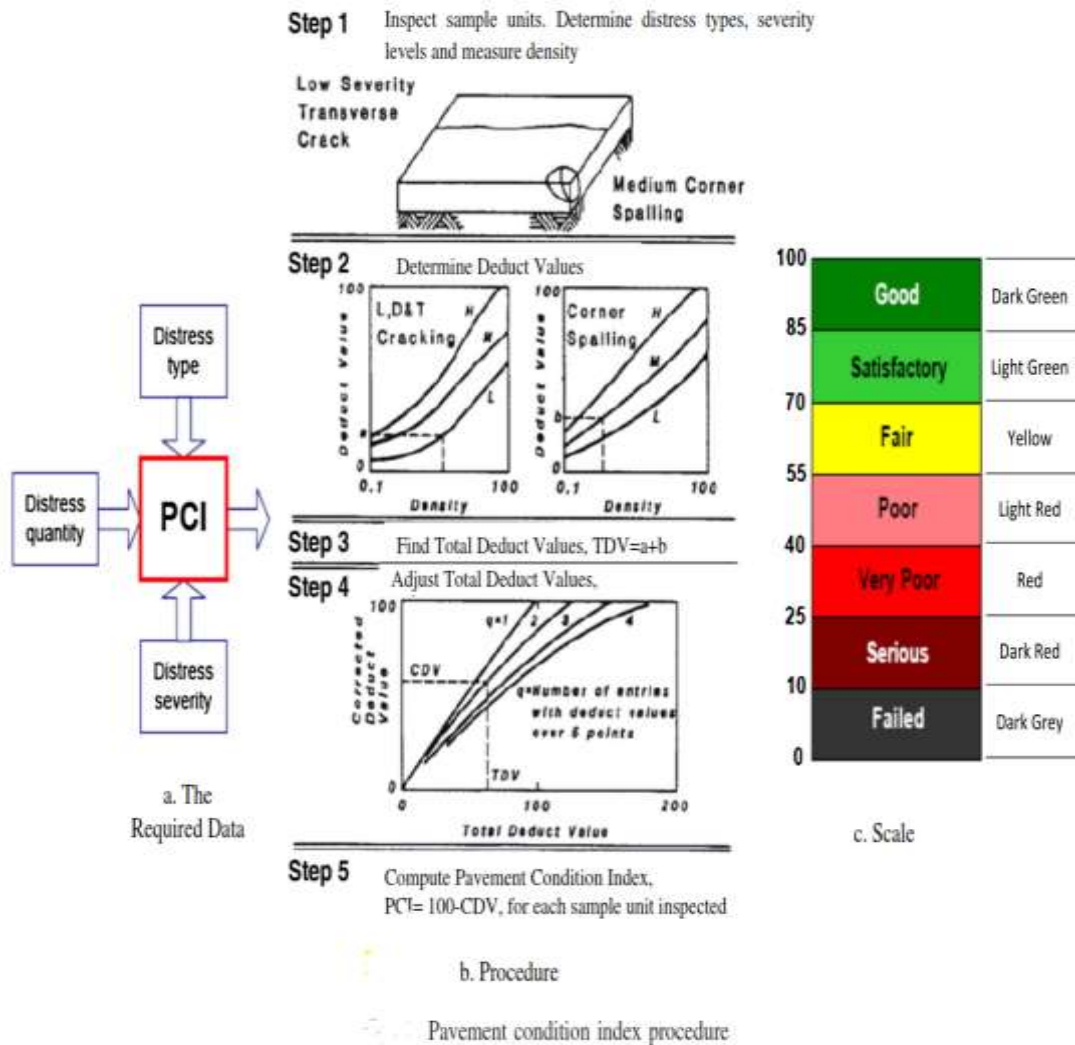


Fig. 10. Edge DV [25].

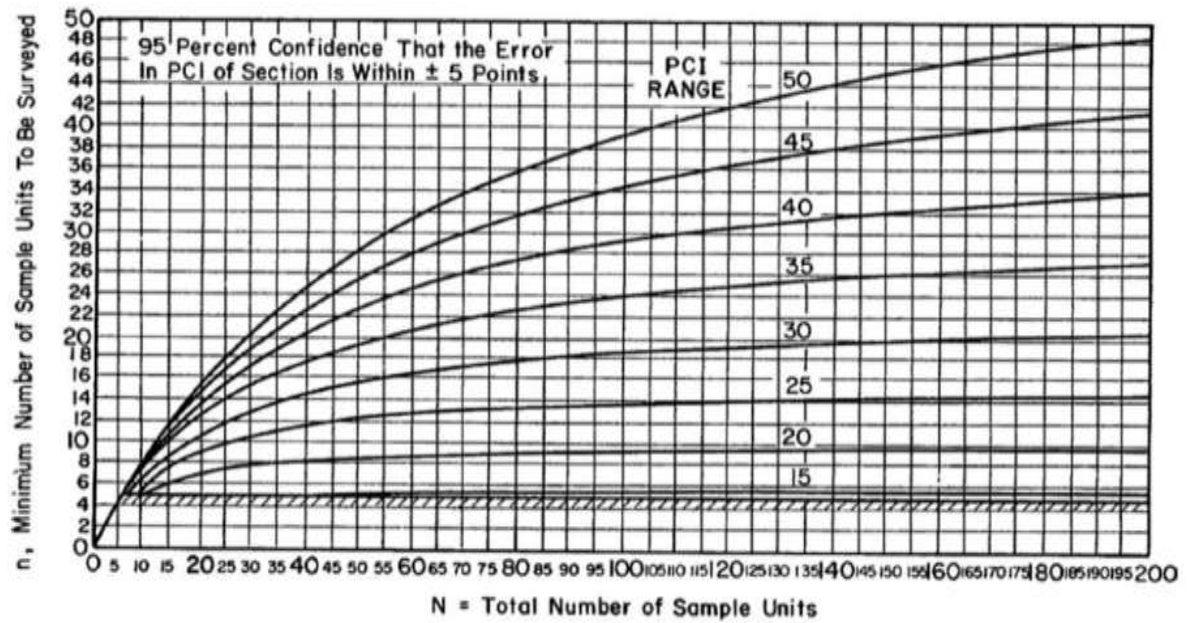
Fuente: Hafizyar y Mosaberpanah, 2018, p.1914

## Anexo 12. Paviment Conditions Index (PCI).



Fuente: ABEDALI, Abdulhaq and JAWAD, Israa. Modeling of Flexible Pavement Serviceability Based on the Fuzzy Logic Theory. p.04018017-2

Anexo 13. Guia Paviment Conditions Index (PCI).



Datos de calificacion en el metodo

PCI.

No	Type of Damage	Unit
1	Alligator Cracking	m <sup>2</sup>
2	Bleeding	m <sup>2</sup>
3	Block Cracking	m <sup>2</sup>
4	Bumps and Sags	m
5	Corrugation	m <sup>2</sup>
6	Depression	m <sup>2</sup>
7	Edge Cracking	m
8	Jt. Reflection Cracking	m
9	Lane Shoulder Drop Off	m
10	Long. & Trans. Cracking	m
11	Patching & Utility Patching	m <sup>2</sup>
12	Polished Aggregate	m <sup>2</sup>
13	Potholes	number
14	Rail Road Crossing	m <sup>2</sup>
15	Rutting	m <sup>2</sup>
16	Shoving	m <sup>2</sup>
17	Slippage Cracking	m <sup>2</sup>
18	Swell	m <sup>2</sup>
19	Weathering / Ravelling	m <sup>2</sup>

Grafico Escala PCI

Condition	PCI
Excellent	85 – 100
Very Good	70 – 85
Good	55 – 70
Fair	40 – 55
Poor	25 – 40
Very Poor	10 – 25
Failed	0 – 10

Fuente: Adly et al., Int. J. of Integrated Engineering (2019). p.202

Psalmen and Sejahtera. (2019) p.2





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CHAVEZ ARANIBAR MILLER ROBERTO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Análisis del Deterioro de Pavimentos Asfáltico de la Carretera Huaraz – Caraz, Tramo Cruce Taricá - Jangas de Región Áncash, 2018", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CHAVEZ ARANIBAR MILLER ROBERTO <b>DNI:</b> 73325049 <b>ORCID</b> 0000-0001-8238-8632	Firmado digitalmente por: MCHAVEZAR3 el 03-03- 2021 10:31:25

Código documento Trilce: INV - 0078520