



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación  
del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2021”

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

**AUTOR:**

Bravo Caballero, Jaime Samuel (ORCID: 0000-0002-8621-8478)

**ASESOR:**

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Este pequeño pero significativo logro está dedicado con mucho amor a mis familiares y en especial a los seres más importantes que existe en la vida; mis padres, por ser únicos y brindarme su amor y apoyo incondicional desde el inicio de la hermosa carrera de Ingeniería Civil.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme salud y permitirme seguir avanzando hacia el logro de mis objetivos, de la misma manera hago llegar mi sentimiento de gratitud a mi asesor por la continua orientación y paciencia en el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis padres y familiares, por estar presente en cada momento de esta trayectoria, sobre todo en los momentos difíciles brindándome su apoyo incondicional.

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. MARCO TEÓRICO .....	04
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	31
3.2. Variables y operacionalización.....	33
3.3. Población, muestra y muestreo.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos .....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos.....	35
IV. RESULTADOS .....	36
V.DISCUSIÓN .....	46
VI. CONCLUSIÓN .....	48
VII. RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS .....	50
ANEXOS .....	52

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> <i>Impurezas- Agua para hormigones</i> .....	11
<b>Tabla 2:</b> <i>limitaciones- agua para hormigones</i> .....	11
<b>Tabla 3:</b> <i>Especificaciones - Materiales - granulometría de la Grava</i> .....	12
<b>Tabla 4:</b> <i>Límite máximo de sustancias perjudiciales en la grava</i> .....	12
<b>Tabla 5:</b> <i>Especificaciones- Materiales- Granulometría de la Arena</i> .....	13
<b>Tabla 6:</b> <i>Niveles de severidad para losas divididas</i> .....	17
<b>Tabla 7:</b> <i>Niveles de severidad para escalas</i> .....	18
<b>Tabla 8:</b> <i>Niveles de severidad para punzonamiento</i> .....	22
<b>Tabla 9:</b> <i>Niveles de severidad para descascaramiento de esquinas</i> .....	24
<b>Tabla 10:</b> <i>Niveles de severidad para descascaramiento de juntas</i> .....	26
<b>Tabla 11:</b> <i>Niveles de Rangos de Calificación del PCI</i> .....	28
<b>Tabla 12:</b> <i>Resultados del PCI del primer tramo de evaluación</i> .....	37
<b>Tabla 13:</b> <i>Resultados del PCI de la segunda tramo de evaluación</i> .....	37
<b>Tabla 14:</b> <i>Resultados del PCI de la tercer tramo de evaluación</i> .....	38
<b>Tabla 15:</b> <i>Resultados del PCI de la cuarta tramo de evaluación</i> .....	38
<b>Tabla 16:</b> <i>Resultados del PCI de la quinta tramo de evaluación</i> .....	39
<b>Tabla 17:</b> <i>Resultados del PCI de la sexta tramo de evaluación</i> .....	39
<b>Tabla 18:</b> <i>Resultados del PCI de la séptima tramo de evaluación</i> .....	40
<b>Tabla 19:</b> <i>Resultados del PCI de la octava tramo de evaluación</i> .....	40
<b>Tabla 20:</b> <i>Resultados del PCI del noveno tramo de evaluación</i> .....	41
<b>Tabla 21:</b> <i>Resumen de los resultados de método VIZIR</i> .....	45

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Distribución de esfuerzos desde la superficie hacia el suelo de cimentación en pavimento asfáltico y pavimento de concreto. Fuente: Elaboración propia.....	5
<b>Figura 2.</b> Elementos del pavimento de concreto. Fuente: Duravía, 2012.....	7
<b>Figura 3.</b> Índice de condición del pavimento.....	41
<b>Figura 4.</b> Estándares de evaluaciones psi.....	42
<b>Figura 5.</b> Evaluaciones por el método VIZIR.....	43
<b>Figura 6.</b> Cálculo del índice de deformación $I_d$ y el índice de fisuramiento ( $I_f$ ).....	44
<b>Figura 7.</b> Consideración de corrección.....	44

## RESUMEN

La idea principal de esta investigación es realizar un estudio importante del pavimento rígido en Ancash – Huaylas y Santo Toribio, ya que de esta manera y por medio de este estudio podremos considerar una gran variedad de aspectos del entorno ciudadano.

Los pavimentos sufren distintos daños ocasionados por diversos factores como el mal proceso constructivo, condiciones climatológicas, la antigüedad de la infraestructura, entre otros, por consiguiente, se hacen visibles a través de los daños superficiales. Por consiguiente, podremos realizar evaluaciones y comparar la aplicación de los métodos PCI y VIZIR encima del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, donde se evaluará lo siguiente: grietas en esquinas, pulimiento de agregados, parches pequeños, daño del sello de la junta, entre otras fallas.

No obstante, vale la pena señalar que esta investigación fue de tipo aplicada y de diseño no experimental, por tanto, de naturaleza descriptiva y correlacional.

Finalmente al realizar la comparación de ambas metodologías, podemos llegar a la conclusión de que el PCI considera todas las imperfecciones en existentes en el suelo, mientras que el método VIZIR solo reflexiona sobre las imperfección del tipo y estructurales, por otro lado, el PCI tiene un rango de calificación de 0 a 100 considerando 7 niveles, asimismo, el método VIZIR solo considera 3 niveles y su rango de calificación es de 0 a 7 niveles, por lo tanto podemos definir de forma directa que el método del PCI es el adecuado.

**Palabras clave:** Metodología del PCI, metodología VIZIR, índice estructural, índice de deterioro superficial, pavimento rígido.

## ABSTRACT

The main idea of this research is to carry out an important study of the rigid pavement in Ancash - Huaylas and Santo Toribio, since through this study we will be able to analyze many aspects of the urban environment and all those that inhabit it.

The pavements suffer different damages caused by various factors such as the poor construction process, weather conditions, the age of the infrastructure, among others, consequently, they become visible through surface damage. For this reason, it is proposed to evaluate and compare the application of the PCI and VIZIR methods on the rigid pavement in Ancash- Huaylas- Santo Toribio, where the following will be evaluated: cracks in corners, polishing of aggregates, small patches, damage to the seal of the board, among other faults.

However, it is worth noting that this research was of an applied type and of a non-experimental design, therefore, of a descriptive and correlational nature.

Finally, when comparing both methodologies, reaching the conclusion that the PCI considers all existing faults in the pavement, while the VIZIR method only reflects on the type and structural imperfections, on the other hand, the PCI has a rating range from 0 to 100 considering 7 levels, likewise, the VIZIR method only considers 3 levels and its rating range is from 0 to 7 levels, therefore we can directly define that the PCI method is appropriate.

**Keywords:** PCI methodology, VIZIR methodology, structural index, surface deterioration index, rigid pavement.

## I. INTRODUCCIÓN

Es necesario recalcar, que debido al concurrido tránsito, la variación climática y las cargas continuas a la que es sometida la estructura vial, trae como resultado alterar las propiedades físicas del pavimento, las consecuencias suelen ser fallos o desgaste que provocan una pésima calidad para el cliente y un empeoramiento en las condiciones de la carretera. Por consiguiente, para poder sostener las condiciones iniciales de la carretera, se han elaborado un listado con métodos que podrán determinar el estado de la estructura del pavimento. De forma similar, cabe destacar que para esta evaluación pondremos en práctica los Métodos PCI y VIZIR. Los mismos, tendrán un ajuste considerable a la realidad local, especificando su forma de emplearse para valorar cada uno de los daños de origen estructural o funcional, de acuerdo al estado en que el que se encuentren. Los llevare a cabo por medio de observaciones superficiales del pavimento rígido, teniendo en cuenta los distintos daños que se presentan, consignándolos en los distintos formularios de los métodos a emplear:

También podemos añadir que gracias a la metodología francesa (VIZIR) se pueden realizar valoraciones del estado superficial de los pavimentos asfálticos y, a partir de la información recogida en la metodología para la planificación de obras de renovación de pavimentos en autopistas, calificar el resultado, cuál es el estado de la superficie de los pavimentos rígidos.

**La realidad problemática** en esta investigación se plantea el problema general: ¿Cuál sería el estado de los pavimentos rígidos realizando la evaluación entre el Método PCI y VIZIR en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020? El problema específico de la presente investigación se detalla de la siguiente forma:

- **PE1:** ¿Cómo utilizamos los Método PCI para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020?
- **PE1:** ¿Cómo se utiliza los Método VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020?

- **PE3:** ¿Qué diferencia hay entre los Métodos PCI y VIZIR aplicados para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020?

Para justificar la presente investigación, nos permitirá tener un análisis de los métodos PCI y VIZIR en el estado de los pavimentos rígidos del Distrito de Santo Toribio. Dicho de otra manera, la estructura de la vía está sujeta a cargas continuas, el volumen de tráfico y cambios climáticos, entre otras cosas, que provocan defectos o desgaste, resultando una pésima calidad para el cliente y deterioro en las condiciones del uso vial.

**Objetivo general:** ¿Evaluar y comparar la aplicación de los métodos PCI y VIZIR sobre el pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020?

**Objetivos específicos:**

- **OE1:** Comprobar que el método del PCI para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020 sea eficaz.
- **OE2:** Examinar el método VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020
- **OE3:** Determinar la diferencia entre los Métodos PCI y VIZIR aplicados para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020

Se pueden encontrar diversas metodologías para la evaluación del estado del pavimento rígido, de acuerdo a las formas de clasificación en los diferentes tipos de daños que puedan ocurrir, ya que es de gran ayuda para analizar y comparar los métodos PCI y VIZIR del pavimento rígido en el distrito de Santo Toribio.

En la hipótesis general, se aplican errores alternativos de los métodos PCI y VIZIR sobre el pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020. La especificación de las hipótesis será:

- **HE1:** El índice del pavimento por el método PCI al evaluar el pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020 se encuentra en estado regular bajo.

- **HE2:** El índice del pavimento por el método VIZIR al evaluar el pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020 se encuentra en estado regular alto.
- **HE3:** El índice del pavimento por los Métodos PCI y VIZIR aprovechados para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020 nos da mayor seguridad el método PCI.

La otra hipótesis es cuantificar la situación de la vía de señalización utilizando los métodos anteriormente mencionados. Los resultados difieren considerablemente.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales, mencionamos a: Cerón Bermúdez (2006). Resumió lo siguiente: Se diagnostica el estado del pavimento en dos tramos de la carretera 19 que sale de Pereira en Armenia, los puntos de referencia son el Museo Quimbayá y la Compañía Regional Quindío, la primera parte se ubica en la vía flexible. El tráfico es de Pereira a Armenia, el segundo tramo es por caminos rígidos y el tráfico es de Armenia a Pereira.

Los resultados obtenidos para cada uno de los métodos (VIZIR y PCI) y cada tramo evaluados; Comparación de los resultados de los métodos utilizados en el Tramo 1 y los resultados del Tramo 2. En concordancia con el trabajo de campo realizado y la evaluación de los datos recolectados por los métodos propuestos recibieron estimaciones para la Sección 1 y Sección 2 como sigue: para la Sección 1: Vía flexible, una estimación promedio de 53. 55 REGULARES 8 (PCI) y 3 REGULARES (por VIZIR), ambas estimaciones concuerdan con la evaluación. Tramo 2: recibió un rango de 86. 9, reconocimiento benevolente para este tramo, aunque el daño no fue lo suficientemente significativo como para afectar el rango.

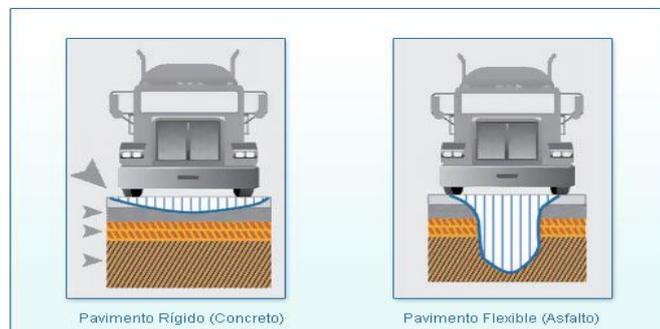
Como antecedentes nacionales, tenemos a: Según Bullon López, K.M. (2018). Determinó una calificación de 3.62 y 3.38 la cual nos indica que ambas vías se encuentran en condición regular; Se determinó que se obtienen resultados diferentes, ya que el PCI nos indica que el pavimento del tramo estudiado se encuentra en malas condiciones; mientras que el VIZIR nos muestra que el pavimento se encuentra en una situación regular; Se determinó las diferencias existentes entre ambas metodologías llegando a la conclusión que el PCI considera todas las fallas existentes en el pavimento, mientras que el VIZIR solo reflexiona las fallas del TIPO A (fallas estructurales) y no toma en cuenta las del TIPO B que en este caso son fallas superficiales. Por otro lado, el PCI tiene un rango de calificación de 0 a 100 considerando 7 niveles; mientras que el VIZIR solo considera 3 niveles y su rango de calificación es de 0 a 7. Lo cual se pudo determinar en los resultados distintos que nos dio como resultado cada una de las metodologías y en especial al no considerar las fallas del tipo B por el procedimiento VIZIR, otra diferencia es que el VIZIR es de fácil aplicación mientras que el PCI es más complejo y trabajoso.

## PAVIMENTO

Es un elemento estructural cuya superficie entera descansa sobre una base llamada cimentación. La capa debe prepararse de tal manera que soporte un sistema de diferentes espesores (llamado embalaje) que pueda aguantar cargas durante un tiempo considerable. Desde la apreciación del usuario, la acera debe brindar servicios cómodos, seguros y de alta calidad al caminar, y tener un impacto positivo en las personas.

### Clasificación de pavimentos

Dentro de la clasificación existen dos tipos: rígido y flexible.



**Figura 1.** Distribución de cimentación en pavimento asfáltico y pavimento de concreto. Fuente: Elaboración propia.

El pavimento rígido, también llamado suelo hidráulico, está compuesto por losas de hormigón hidráulico a veces hechas de acero reforzado. Su costo es mucho mayor que el de las carreteras con flexibilidad, su vida útil puede ser de hasta 40 años. Requiere un mantenimiento y suele ser para juntas planas.

El pavimento flexible, también llamado pavimento asfáltico, consiste en un cojín de asfalto sobre el pavimento de conducción. Su estructura inicial es relativamente barata y su vida útil tiene una relación de edad de 10-15 años, por la cual presenta una desventaja en su mantenimiento regular logrando alcanzar su vida útil.

### Pavimentos rígidos

Básicamente, se compone de hormigones hidráulicos, apoyadas en una capa de material seleccionado (denominada calzada). Por lo tanto su rigidez y su alto coeficiente (elástico) presente en el hormigón hidráulico, su distribución presente en su tensión llega a producirse con respecto a un área mas amplia. Además,

dado que el hormigón puede resistir la tensión de tracción hasta cierto punto, incluso si hay áreas frágiles en el lecho de la carretera, el rendimiento del suelo rígido es suficientemente satisfactorio.

Estas definiciones han sido basadas literalmente en la norma AASHTO 1993.

### **Clasificación de los pavimentos de concreto**

Estas definiciones se tomaron del trabajo de investigación, elaborado por Sánchez, J. (2017)

Pavimento simple de hormigón con juntas

Este pavimento no posee ningún tipo de refuerzos y las juntas de contracción pueden tener una variante entre 3,5 y 6 m, no obstante, lo recomendable sería que no supere los 4,5 m. Las cargas entre losas adyacentes pueden suceder al unir mecánicamente los agregados o haciendo uso de dispositivos de acero.

Pavimento de hormigón para juntas

El propósito de estas pasarelas es controlar las fisuras por contracción en el hormigón, por lo tanto, deben ser reforzadas con malla de acero. Las distancias de las juntas pueden llegar a variar entre 7,5 y 9 m. La carga es transferida entre paneles mediante unidades de enclavamiento o por pasadores.

Pavimento de concreto con fortalecimiento continuo.

En el caso de este pavimento, el mismo no cuenta con juntas colaterales, a excepción de las juntas de construcción. La armadura es opcional.

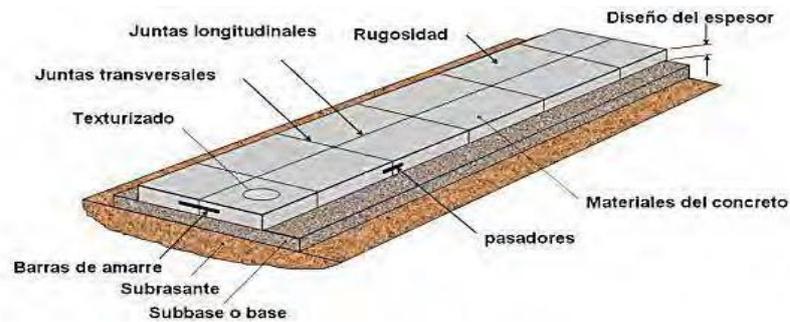
Estas definiciones han sido basadas literalmente en la norma AASHTO 1993.

### **Elementos del pavimento rígido**

A continuación, se describirán los elementos que conforman un pavimento de concreto, los cuales a su vez pueden observarse en la figura 2.

## Sub rasante

Por lo cual se tiene en cuenta que su objetivo principal en su funcionamiento es sujetarm sin presentarse ningún tipo de cambio repentino con respecto a su valor en el soporte, se distingue que es mas importante que la sub rasante, pueda brindarnos un apoyo mas estable, permitiendo obtener una alta capacidad en su soporte.



**Figura 2.** Componentes del pavimento de concreto. Fuente: Duravía, 2012.

## Sub base

Consiste en varias capas de materiales densos granulares y/o estabilizados; el principal funcionamiento de la capa de sub-base es evitar la succión de grano fino. Cuando se hace la combinación de suelo, agua y tráfico produce bombeo, se debe hacer uso de una de ellas. La capa inferior maneja el control de los cambios de volumen y elasticidad, que puedan dañar la acera. Dentro de su funcionalidad también se incluyen:

- Lograr menorar los efectos que son dañinos frente a la acción de las heladas
- Poder proveer su drenaje el cual sea necesario.
- Permitir proporcionar su plataforma de trabajo con presencia en equipos de construcción

## Losa

La losa esta diseñada de (cemento Portland), se debe tomar en cuenta que su coeficiente minimo en cemento el cual debe considerarse esta a base de pruebas en su propio laboratorio, previa en (durabilidad & resistencia). Cuando sea necesario, se puede disponer del concreto aireado para resistir el deterioro de la

superficie debido al congelamiento-descongelamiento y el contenido de sal para mejorar la mezcla.

### **Juntas**

Estos elementos nos permiten controlar la rotura de las placas, también permiten la expansión o movimiento relativo entre ellas. Pueden ser verticales u horizontales. La importancia de los nudos en los pavimentos de hormigón se refleja en su durabilidad, pues su deterioro mostrará problemas estructurales en la vía.

### **Texturizado**

Es una técnica que asegura que la carretera tenga un contacto adecuado entre la carretera y el neumático para que los vehículos puedan transportarse de forma segura.

### **Pasadores**

Con respecto a los pasadores se puede definir de la siguiente manera son barras de acero que se encuentran lisas en sus bordes presentan redondeles colocadas en plano perpendicular al corte de la junta. Se debe tener presente que se encuentran centrados con respecto a su espesor presente en la losa, permitiéndose de ese modo su movimiento en paños, ayacentes sin poder registrar dicho movimiento.

### **Materiales para la elaboración de una estructura de pavimento rígido**

Los pavimentos utilizados para la fabricación de una losa son los siguientes.

#### **Cemento**

Es importante tener en cuenta, que el cemento que se utilizará para la preparación del hormigón será de preferencia Portland, marca oficialmente homologada, también debemos considerar, que deberá cumplir con lo establecido en las normas NMX-C-414-1999-ONNCCE. Si los documentos del proyecto indican algo diferente, se utilizará el llamado CPO (cemento puzolánico portland) según corresponda y con las subclases 30R, 40 y 40R. Es de mucha importancia que se respeten los requisitos físicos y químicos respectivamente, ya que los mismos

suelen ser de tipo 1 u 11 y están argumentados en las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### **Cemento portland**

No obstante, cabe destacar que se respetaran sus normas que ya son determinadas por el (MTO) bajo su dirección de INEN se logra regir para todo proceso constructivo, requerido por alguna especificación que no sea contemplada bajo esta norma, se debe tener en cuenta sus requerimientos (AASHTO M 85 "PORTLAND CEMENT"), con sus modificaciones.

### **Definiciones específicas**

Como complemento, podemos decir que su producto logra obtenerse bajo su pulverización (Clinker), el cual se basa esencialmente por (silicatos de calcio hidratado), acondicionándose con agua, sulfato de calcio, sus fragmentos logran cumplir con lo estipulado en químicos relativos a su cantidad de anhídrido sulfúrico y pérdidas de calcinación

### **Tipos de cemento**

El cemento Portland se clasificará según la norma EN 152:

Tipo I. -Cemento de uso general, sin propiedades especiales.

Tipo II. Se utiliza en estructuras de hormigón expuestas a efectos moderados de sulfato o cuando se requiere calor moderado de hidratación.

Tipo III. Cuando se requiere una alta resistencia inicial, se utiliza para estructuras de hormigón.

Tipo IV. Cuando se utiliza en la construcción de hormigón, se requiere muy poco calor de hidratación.

Tipo V. Cuando se requiere alta resistencia a los efectos del sulfato, se puede utilizar en estructuras de hormigón.

Los cementos tipo IV y V no son comunes en el mercado, por lo que su producción se ordenará con anticipación. De acuerdo con la sección 805, el cemento Tipo I, Tipo II y Tipo III se puede usar con aireadores.

## **Agua**

El agua utilizada para la construcción de hormigón debe ser tratada según NMX-C-122 y debe ser agua potable, por lo que debe mezclarse con sustancias nocivas (como grasas, materia orgánica, etc.). En general, el agua apta para el consumo humano se considera apta. También es de gran importancia que esté libre de materiales nocivos como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En definitiva, el agua apta para el consumo humano no debe contener mayores cantidades de los productos químicos indicados en la siguiente tabla.

### **Alcance y limitaciones**

Las siguientes recomendaciones son aplicadas para la cantidad de agua que se logra emplear en su construcción, mezclándose con el cemento portland en dicho proceso.

### **Requisitos.**

El agua por la cual se logra utilizar en su trabajo tiene que ser aprobado por su inspector, ya que esta se encuentre libre de ácidos, sales, azúcares e impurezas, siendo el agua potable en su mayoría satisfactoria, en su elaboración de (concreto y morteros).

### **Ensayo y tolerancias**

El agua que se logró utilizar para dicha fabricación en (morteros & hormigones) se puede contener como máximo sus siguientes impurezas, en % que se presente.

## Tabla 1

*Parámetros de porcentaje de Impurezas en el Agua para hormigones*

IMPUREZAS	%
Acidez y alcalinidad calculada en términos de carbonato	0.05
Solido orgánico total	0.05
Solido inorgánico total	0.05

Fuente: Detalles para la construcción de caminos y puentes del MTOP.

## Tabla 2

*El agua que se utilizara para elaborar la mezcla de hormigones y morteros, debe estar libre de sustancias nocivas:*

DETERMINACION	LIMITACION
PH	Mayor o igual a 5
Sustancia disueltas	Menor o igual 15gr/litro
Sulfatos	Menor o igual 1gr/litro
Sustancias orgánicas solubles de éter	Menor o igual 15gr/litro
Ion cloro	Menor o igual 6gr/litro
Hidratos de carbono	No debe contener

Fuente: Detalles para la construcción de Caminos y puentes de MTOP

## Materiales pétreos

Serán sometidos a procesamientos necesarios para que así puedan mantenerse los requisitos de calidad mencionados en cada caso, por consiguiente, el contratista debe prever las características en el almacén y el procesado necesario para su uso. No obstante, el procesamiento de los agregados debe evitar la

separación o contaminación con sustancias nocivas antes de su uso en la mezcla, y mantener las condiciones de humedad uniformes.

### **Grava**

Podemos decir, que la grava es el agregado grueso triturado totalmente con un tamaño aproximado de 38 milímetros, en otras palabras, es la resistencia superior del concreto señalado en el proyecto, y con la secuencia granulométrica que se indica a continuación;

**Tabla 3**

*Especificaciones – Materiales – granulometria de la Grava*

<i>MALLA</i>	<i>%</i>
2" 50mm	100
1 ½" 37.50mm	95-100
¾" 19.00mm	35-70
3/8" 9.50mm	10-30
Número 44.75mm	0-5

**Fuente:** Manual de ensayo de materiales edición mayo 2016 MTC.

**Tabla 4:**

*Límite máximo de sustancias perjudiciales en la grava*

<i>Sustancias perjudiciales</i>	<i>%</i>
<i>Partículas deleznable</i>	<i>0.25</i>
<i>Partículas suaves</i>	<i>5.00</i>
<i>Pedernal como impurezas</i>	<i>1.00</i>
<i>Carbón mineral y/o lignito</i>	<i>1.00</i>

**Fuente:** Manual de ensayo de materiales edición mayo 2016 MTC.

### **Referencia: CEMEX**

Se debe considerar que el agregado grueso debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad: si la muestra está compuesta por materiales heterogéneos, su exposición máxima bajo intemperismo acelerado es 40% y

la exposición máxima bajo sulfato de sodio es 12%. El minorista puede determinar la prueba de desgaste de sus ángeles, separar los materiales alterados o materiales de diferentes fuentes, y la evidencia en las muestras formadas a partir de los dos materiales, en las que se expresan en las mismas proporciones en las que se encontraron.

En ninguno de los casos anteriores el desgaste debe ser superior al 40%, si a juicio del supervisor existen dudas sobre la calidad del agregado grueso, el deberá realizar la determinación de la pérdida por meteorización acelerada, la misma que no sea superior al 12%, es importante hacer la aclaratoria de que el cumplimiento de esta propiedad no excluye lo anterior.

### **Arena**

El agregado fino o arena deberá tener un tamaño máximo de 9.51 mm con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

**Tabla 5**

*Especificaciones – Materiales - Granulometría de la Arena*

MALLA	% QUE PASA
3/8" 9.50mm	100
Número 44.75mm	95-100
Número 82.36mm	80-100
Número 161.18mm	50-85
Número 30 600 um	25-60
Número 50 300 um	10-30
Número 100 150 um	2-10
Número 200 75um	4 máximo

Fuente: CEMEX

Se pueden usar agregados siempre que se haga el ajuste adecuado a la proporción de concreto, para compensar las deficiencias de tamaño de grano. El

porcentaje del material que pasa la malla # 200 se modifica de acuerdo con los límites de consistencia.

### **Aditivos**

Los aditivos a utilizarse deberán ser del tipo "d" reductores y retardantes de agua con la dosis sugerida para que la mezcla permanezca durante un par de horas a partir de la finalización del mezclado a la temperatura estándar de 23°C y no se produzca el fraguado después de 4 horas a partir de la finalización del mezclado. Para garantizar la optimización de la mezcla, se utilizará un agente inclusor de aire, con los requisitos que señala la norma ASTM C260.

### **Concreto**

Es responsabilidad del fabricante del hormigón diseñar la relación de mezcla utilizando el agregado de la presa que ha sido tratado. El fabricante del hormigón está obligado a manejar la solidez y todas las características del hormigón fresco y endurecido, así como las características suficientes requeridas para obtenerla. El pavimento está completo. Durante el proceso de construcción, el proveedor será el único responsable de la cantidad de mezcla de concreto hidráulico, y es conveniente que los proveedores del concreto profesional la suministren.

### **Resistencia**

Esta resistencia a la tracción por flexibilidad a los 28 días se puede verificar en una muestra de hormigón moldeado correspondiente a una viga estándar de 15x15x50 cm. El hormigón se compacta por compresión vibratoria, y luego de un curado adecuado, será en 3, Se cobran tarifas por pruebas en 7 y 28 días.

Niveles de severidad

L: provoca mala calidad de tráfico.

M: Desafía una calidad de tráfico de gravedad media.

H: Provoca alta calidad de tráfico.

Opciones de reparación:

L: N/A.

M: Parche hundido.

H: Parche hundido.

Grieta de esquina.

Esta definición se refiere a una grieta que se encuentra con la costura de la placa a una distancia al menos igual a la longitud de la placa en ambos lados de la esquina.

Niveles de Gravedad

L: La grieta está definida por una baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada.

M: Es una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media.

H: Se define por una grieta de severidad alta entre la junta y las grietas.

Medida

El disco dañado se registra como un disco si:

Tiene solo una muesca en ángulo.

Contiene más de una grieta particularmente grande.

Contiene dos o más grietas de diferente gravedad.

Si hay dos o más grietas, se registra la mayor gravedad. Por ejemplo, una placa tiene un gran espacio libre en ángulo bajo y un gran espacio libre en ángulo medio. Debe contarse como una (1) placa con una columna de ángulo medio.

Opciones de reparación

L: Sellado de fisuras superiores a 3 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Punto profundo.

Descripción: Es una ranura que atraviesa la costura del panel a una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de ambos lados del panel desde todos los ángulos del panel.

Severidad: la brecha se define por una brecha baja pero fuerte, y el área entre la brecha y la articulación está levemente desgarrada o no rota.

M: Se define por una fisura de gravedad media o el área entre la fisura y las juntas tiene una fisura de gravedad media (M) H: Está definida por una fisura de gravedad media o el área entre la junta y las fisuras es muy agrietado.

Medida:

La losa dañada se registra como losa si:

Tiene una sola una muesca angular.

Contiene una gran variedad de grietas particularmente severas.

Contiene varias grietas de diferentes gravedades.

Por ejemplo, una losa tiene un espaciado angular muy bajo y un espaciado medio severo, debe calcularse como una (1) losa con un espaciado angular medio.

Opciones de reparación L: no se hace nada. Sellado de fisuras mayores de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parches profundos.

H: parche profundo.

Losa dividida.

Está dividido por fisuras en cuatro o más piezas por sobrecarga o soporte inadecuado. Si todas las partes o grietas están contenidas en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

**Tabla 6**

*Niveles de severidad para losas divididas*

Severidad de la mayoría de las grietas	Numero de pedazons en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

**Fuente:** Método AASHTO

**Medida**

Si la placa partida es de gravedad media o alta, no se considera ningún otro tipo de daño.

Opciones de reparación L: no se hace nada. Sellado de fisuras mayores de 3 mm.

M: Reemplace la placa.

H: Reemplace la placa.

**Durabilidad fisura "d". Descripción de la severidad:** Durabilidad Las grietas "D" son causadas por la expansión del agregado grueso causada por el proceso de congelación-descongelación, que gradualmente dañará el concreto con el tiempo.

L: El área de la ranura en forma de "D" es del área de la base es menor del 15%.

La mayoría de las grietas están cerradas, pero algunas partes pueden caerse. M: Existe una de las siguientes situaciones: 1. Las grietas en forma de "D" cubren menos del 15% del área del panel y la mayoría de las partes se han despegado o se pueden quitar fácilmente. 2. La grieta "D" cubre más del 15% del área.

**Medida:** Cuando el daño se encuentra y se clasifica según su gravedad, se trata como una tableta. Si el nivel de gravedad supera uno, se considera que la carta tiene el nivel de daño más alto. Por ejemplo, si las grietas 'D' de baja y media

gravedad están en la misma placa, la placa solo se registrará como de gravedad media.

Opciones de reparación

L: no hacer nada.

M: reconstrucción de articulaciones.

H: Reemplazo de losa.

Descripción: Las principales razones para ello son:

Compromiso con la base blanda.

Erosión del material debajo del tablero.

El borde de la tabla está deformado debido a cambios de temperatura o humedad.

El nivel de gravedad está determinado por la diferencia en el nivel de grietas o juntas.

### **Tabla 7**

#### *Niveles de severidad para escalas*

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

**Fuente:** Método AASHTO

Descripción:

En todas las circunstancias, la suciedad o las piedras se acumularán en la lechada o permitirán que penetre una gran cantidad de agua. La acumulación de materiales incompresibles evita que el panel se hinche y puede provocar grietas, levantamiento o desprendimiento de los bordes de las juntas. Esto puede evitarse utilizando rellenos adecuados. Los tipos típicos de daño articular son:

Afloje el sellador.

Crecimiento de la vegetación.

Endurecimiento (oxidación) del material.

Pérdida de adherencia al borde del papel.

No hay sellador en la junta.

Nivel de severidad

L: El sellador tiene una buena forma general en toda la sección transversal.

M: El sellador debe reemplazarse dentro de dos años.

H: Se debe reemplazar el sellador.

Nivel de severidad

L: La diferencia entre el borde de la acera y la berma es de hasta 51,0 mm.

M: La diferencia de los niveles puede variar entre 51,0 mm y 102,0 mm.

H: Existe una diferencia considerable 102,0 mm.

Medida

El desnivel del carril y/o terraplén, es calculado promediando la desigualdad máxima y mínima a lo largo de la losa. Se medirá cada placa dañada individualmente y la registraremos como una placa con el nivel de gravedad adecuado.

Descripción:

Estas grietas dividen la losa en dos o tres piezas y generalmente son causadas por cargas de tráfico repetidas y deformaciones de gradientes térmicos o de humedad.

#### Medición:

Después de determinar la gravedad, el daño se registra como una tableta. Si se producen dos grietas de gravedad media en una placa plana, se considera que la placa plana tiene una grieta de gravedad alta.

#### Descripción:

El pavimento original ha sido removido y sustituido por material nuevo.

#### Niveles de severidad

L: El parche es funcional, no presenta daños notorios.

M: El parche está considerablemente deteriorado. El material del parche se puede quitar con un esfuerzo considerable.

H: El parche está deteriorado y requiere reemplazo.

#### Descripción:

Hay que considerar que es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

#### Niveles de Severidad

L: El parche es funcional, no presenta daños notorios.

M: El parche está considerablemente deteriorado. El material del parche se puede quitar con un esfuerzo considerable.

H: El parche está deteriorado y requiere reemplazo.

#### Medida

Si un disco tiene una o más correcciones con la misma gravedad, se graba como un disco con este daño. Si un solo disco tiene más de una gravedad, se graba como el disco con el mayor daño.

## Opciones para Reparación

L: N/A.

M: El parche es reemplazado.

H: Se sustituye el parche

### Descripción:

Este daño es causado por aplicaciones repetidas de cargas de tráfico. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, el agarre del neumático se reduce considerablemente.

### Niveles de Severidad

No existen ningún grado de severidad. Por consecuencia, dicho grado deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

### Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

### Opciones de reparación

L, M y H: Superficie acanalada.

### Descripción:

Esto se debe al uso de partículas blandas o madera desgastada. Su tamaño puede variar con el diámetro entre 25,0 mm y 102,0 mm y el grosor entre 13,0 mm y 51,0 mm.

### Medida

Si un disco tiene una o más correcciones con la misma gravedad, se graba como un disco con este daño. Si un solo disco tiene más de una gravedad, se graba como el disco con el mayor daño.

### Opciones de reparación

L, M y H: N/A.

Succión.

Descripción:

La succión hace referencia a la remoción de material de la base de la losa a través de juntas o grietas. Esto se debe a la deflexión de la placa provocada por la carga.

Nivel de severidad:

La gravedad no está definida. Suficiente para demostrar que existe medición

El bombeo en la unión entre las dos placas se cuenta como dos placas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor del tablero sobresalen, se agrega una tabla por cada costura sobresaliente adicional.

Niveles de Severidad

### Tabla 8

*Niveles de Severidad de la losa del pavimento.*

Severidad de la mayoría de las grietas	Numero de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

**Fuente:** Método AASHTO

Medida

Si la losa tiene uno o más punzonamiento, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

Descripción:

El daño de la vía terrestre es caracterizado por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

#### Niveles de severidad

L: Trafico de baja calidad.

M: Gravedad media en el tráfico.

H: Trafico de alta calidad.

#### Medida

Se hace un conteo de las losas atravesadas en la via. Cualquier abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

#### Opciones de reparación

L: N/A.

M: Parche de enfoque parcial.

H: Parche de enfoque parcial.

#### Descripción:

El mapa hace referencia a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que son expandidas únicamente en la parte superior del concreto.

#### Niveles de Severidad

L: Aparecen grietas en la mayor parte del área de la losa; el estado de la superficie es bueno, con solo una pequeña cantidad de desprendimiento.

M: Las placas se despegan, pero menos del 15% de las placas se ven afectadas.

H: El área de pelado de la placa plana supera el 15% de su área.

#### Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Losas sustituidas.

H: Parcheo hundido. Sustitución de losa.

## Medida

Se cuentan como losas de retracción, si una o más grietas existen en una losa particular.

## Opciones de reparación

L, M y H: N/A.

Descripción: Una ranura angular generalmente es diferenciada de otra para interceptar la junta, mientras que la ranura angular penetra perpendicularmente en la esquina del tablero. Las grapas de menos de 127 mm medidas desde la ranura hasta la esquina en ambos lados no deben alinearse.

## Niveles de severidad

En el Cuadro 2.5 Se enumera la gravedad de la descamación en las esquinas. No se contabilizan las virutas de esquina con un área inferior a 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados.

## Tabla 9

*Niveles de severidad para descascamiento de esquinas.*

Profundidad del Descascamiento	Dimensiones de los lados del descascamiento		
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0	Mayor que 305.0 x 305.0	
Menor de 25.0 mm	L		L
>25.0 mm a 51.0 mm	L		M
Mayor de 51.0 mm	M		H

**Fuente:** Método AASHTO

## Medida

Si en una losa hay una o más grietas con descascamientos con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascamientos de

esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

Opciones de reparación

L: N/A.

M: Parcheo incompleto.

H: Parcheo incompleto.

Descortezado de junta.

Descripción:

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

Tensiones excesivas en la junta provocadas por cargas de tráfico o infiltración de materiales incompresibles.

Hormigón débil en la junta por manipulación excesiva.

Niveles de severidad La junta desgastada, en la que el hormigón atravesó toda la junta, se clasifica

**Tabla 10:**

*Niveles de severidad para descascaramiento de juntas*

<i>Fragmentos del descascaramiento</i>	<i>del Ancho del descascaramiento</i>	<i>del Longitud del descascaramiento</i>	
		<i>&lt;0.6 mm</i>	<i>&gt;0.6 mm</i>
<i>Duros no removerse fácilmente ( pueden faltar algunos pocos fragmentos.</i>	<i>&lt;102 mm</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
	<i>&gt;102 mm</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
<i>Sueltos , pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la maoria o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial , menos de 25 m</i>	<i>&lt; 102 mm</i>	<i>L</i>	<i>M</i>
	<i>&gt;102 mm</i>	<i>M</i>	<i>H</i>
<i>Desaparecidos. La mayoría , o todos los fragmentos han sido removidos</i>	<i>&lt;102 mm</i>	<i>L</i>	<i>M</i>
	<i>&gt;102 mm</i>	<i>M</i>	<i>H</i>

## Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa.

## Opciones para Reparación

L: N/a.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

## Evaluación de pavimentos

La evaluación del pavimento incluye identificar y registrar defectos visuales en la superficie de la carretera, de modo que se puedan tomar las medidas de reparación o mantenimiento adecuadas para extender la vida útil de la superficie de la carretera.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación: cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco - Lima Robles, R. (2015)

## Tipos de evaluación de pavimentos

El monitoreo continuo (PCI) se utiliza para determinar la tasa de degradación de las aceras y la necesidad de reparaciones importantes. PCI proporciona información sobre el rendimiento de la carretera para revisar o mejorar los procedimientos de diseño y mantenimiento.

Así tenemos a la ecuación principal que gobierna la metodología:

$$PCI = 100 = \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{mi} VD(T_i, S_j, D_{ij}) \right] X F$$

Donde

PCI= índice de Condición del Pavimento.

VD=Valor de Deducción en función del tipo de falla (Ti),

i=Tipos de Falla.

j=Grado e severidad.

P= Numero de fallas en el pavimento analizado.

mi=Grados de severidad por la falla "i".

F=Factor de ajuste, en función del sumatorio total y el número de valores de deducción mayores que 2.

Rango de Medición

La degradación de la estructura del pavimento depende del tipo, gravedad y cantidad o densidad del daño. Debido a una gran cantidad de condiciones posibles, considerando los tres factores anteriores, existen problemas con el índice.

**Tabla 11:**

*Rangos de Calificación del PCI*

<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACION</b>
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Fuente: Vásquez (2002). El PCI no puede medir la capacidad estructural del **pavimento**

El cálculo del PCI está basado en los resultados de un inventario visual del pavimento, en el que se establece una CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de

cada daño. El PCI fue desarrollado para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y el estado funcional de la superficie.

### Metodología

Los siguientes formatos ilustran los formatos para la inspección de pavimentos de concreto por unidad inspeccionada. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

En la "evaluación del proyecto", se deben verificar todas las unidades; sin embargo, si esto no es posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se puede obtener mediante el siguiente método para obtener una estimación del valor promedio real de  $PCI \pm 5$ .

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

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

a: Desviación estándar del PCI entre las unidades. Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35)

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) mediante la utilización de la siguiente formula:

$$i = \frac{N}{n}$$

El procedimiento para evaluar el pavimento utilizando la metodología VIZIR se enumera a continuación, de acuerdo con las disposiciones de la Guía de rehabilitación de pavimentos.

Se debe establecer la metodología (auscultación de campo o monitoreo), enfatizando la experiencia y capacidad del personal para preparar los informes respectivos.

El personal seleccionado debe tener la capacidad de distinguir entre daños de tipo A o B, para luego identificar el tipo específico de daño y la causa subyacente.

Determinar la gravedad: se determinan dependiendo de la tabla No. 4 extraída de la de la Guía Metodología para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, donde se consideran muestreos de longitudes de 100 ml y en el caso de doble calzada se deben tomar lecturas independientemente.

Se deben de tener en cuenta las variables que intervienen en la elección del tipo de pavimento, para las cuales una alternativa puede resultar mejor que otra bajo las mismas circunstancias.

Las capas asfálticas son nobles, en el sentido que permiten la construcción en espesores menores que los rígidos, lo cual lleva a los constructores a abusar de esa nobleza para abaratar los costes de construcción y que la obra resulte “económica” dejando de lado los costes que se van a generar por conservación y por operación.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

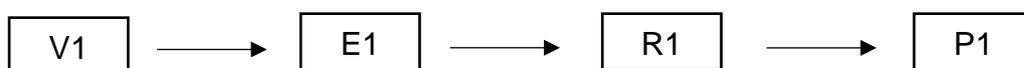
##### Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada definida como “facilita respuestas a problemas prácticos específicos constituyéndose en un área intermedia entre el descubrimiento de un nuevo conocimiento y su aplicación práctica a través de la cual se trata de transformar los conocimientos científicos en tecnologías” (Rodríguez,2011, p.37).

##### Diseño de investigación

Es de diseño no experimental, de naturaleza transversal o transaccional, definido por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.152) como “el estudio que se realiza sin manipulación deliberada de variables en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos”.

El tipo de diseño de investigación es descriptivo y correlacional. La investigación descriptiva es definida por (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2003,p.119) como “estudios que pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren”.



Interpretación:

V1 : Pavimento rígido

E1 : Evaluación

R1 : Resultados obtenidos mediante el método PCI

P1 : Propuesta técnica de solución



Interpretación:

V1 : Pavimento rígido

E1 : Evaluación

R1 : Resultados obtenidos mediante el método VIZIR

P1 : Propuesta técnica de solución.

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>V. Dependiente</b> Evaluación superficial del pavimento rígido	Huilcapi y Pucha (2015) indican que: la evaluación superficial de pavimento consiste en realizar un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del pavimento, de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos.	Las fallas de los pavimentos serán encontradas, medidas y evaluadas para poder determinar sus grados de severidad, así como efecto en la función que cumplen. De este modo	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo Baches Exudación Fisuras Hundimiento
<b>V. Independiente</b> Metodología índice de condición del pavimento (PCI) Metodología visión e inspección de zonas elterinarios en riesgo (VIZIR)	Robles (2015) manifiesta que el método de índice de condición del pavimento (PCI) es un índice numérico que clasifica la superficie condiciones del pavimento, varía desde (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta (100) para un pavimento en perfecto estado. Huilcapi y Pucha (2015) indica que el VIZIR es un sistema de evaluación visual de fácil aplicación, clasifica los deterioros en dos categorías: fallas estructurales y funciones de los pavimentos flexibles y cada defecto tiene tres severidades (baja=1, media=2 y alta= 3)	Mediante estos métodos mediré el nivel de irregularidad y el estado operacional del pavimento, de esta forma me permitirá cuantificar la integridad estructural de una forma indirecta, por medio del índice de condición del pavimento y de visión e inspección	Índice estructural del pavimento  Índice de deterioro superficial	Rango de calificación del PCI  Rango de calificación VIZIR

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población se define como: “El conjunto de todos los elementos que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (Carrasco, 2017, pp. 236, 237). En la investigación se considerará el pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020.

#### **Muestra**

Se define como “La parte representativa de la población, cuyas características son objetivas” (Carrasco, 2017, p. 237). La muestra se ha calculado cumpliendo la norma ASTM D6433, comprendiendo un área de 1000 ml del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020

#### **Muestreo**

El tipo de muestreo será no probabilístico definido por (Otzen & Manterola, 2017, p.228) como “la selección de los sujetos a estudio dependerá de ciertas características, criterios, etc. que el investigador considere”. El muestreo del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020 se ha calculado cumpliendo la unidad de muestra de la norma ASTM D6433.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Se empleará la técnica de observación definida por (Ríos, 2017, p. 102) como “es la que registra información primaria sobre un hecho o fenómenos observable, sin que esto significa preguntar, siendo esto de carácter no participante, donde el investigador pasa desapercibido”.

## **Instrumentos**

En la investigación se considerarán fichas de registros cumpliendo los formatos de la metodología PCI y VIZIR establecida por la norma ASTM D6433. Desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Estado Peruano.

### **3.5 Procedimientos**

Se elaborará una propuesta técnica en función al PCI y VIZIR obtenido, donde se calculará el costo de rehabilitación o mantenimiento por metro cuadrado de pavimento.

En caso se requiera un mantenimiento correctivo se elaborará un presupuesto de reparación de carpeta asfáltica.

### **3.6 Método de análisis**

La información de los tipos de fallas que se obtendrán mediante las fichas de registro del PCI y VIZIR por cada unidad de muestreo.

### **3.7 Aspectos éticos**

Este trabajo de investigación cumple con las líneas de investigación establecidas por la universidad, cumpliendo los requisitos, objetividad y ética.

Para el análisis se ha tomado en consideración criterios de otros autores a los cuales se reconoce autoría y respeto mediante el citado de sus investigaciones.

#### **IV. RESULTADOS**

El pavimento rígido de la presente investigación se encuentra ubicado en la Av. El Triunfo, distrito de Santo Toribio, Provincia de Huaylas, Dpto. Ancash.

##### **Descripción de la sección**

La composición de los pavimentos rígidos está conformada por vías principales y los paneles tendrán una magnitud de 3. 0m x 3. 5m., y una dilatación de 5,0 cm.

##### **Geometría**

El diámetro de los pavimentos rígido es de 627,00 metros por 6,00 metros de ancho, compuesto por 198 paneles.

La estructura de la calzada es de hormigón de 0,20 metros de espesor, colocada sobre una capa granular de 0,20 metros de espesor.

Entorno y saneamiento La calzada está ocupada x libre circulación de vehículos y peatones y de toda la población.

##### **Obras complementarias**

La calle adoquinada cuenta con letreros de entrada y salida y también tiene iluminación nocturna.

## Cálculo del PCI de las Muestra

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U1**

**Progresiva 0+060-losas: 1**

**Tabla 12:**

*Resultados del PCI del primer tramo de evaluación:*

CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.87	1.50	-	78.97	6	40.93
2	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.00	1.50	-	78.10	5	43.30
3	50.8	9.77	6.40	4.00	2.00	2.00	1.50	-	76.47	4	44.88
4	50.8	9.77	6.40	2.00	2.00	2.00	1.50	-	74.47	3	47.86
5	50.8	9.77	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-	70.07	2	52.50
6	50.8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-	62.30	1	62.30
										Máx CDV:	62.30
PCI = 100 - max CDV PCI = 37.70 MALO											

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U2**

**Progresiva 0+120- losas:2**

**Tabla 13:**

*Resultados del PCI del tramo evaluado*

CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34			70.56	5	39.10
2	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34			70.56	4	41.70
3	50.80	6.90	6.00	2.00	2.00	1.34			69.04	3	44.40
4	50.80	6.90	2.00	2.00	2.00	1.34			65.04	2	49.30
5	50.80	2.00	2.00	2.00	2.00	1.34			60.14	1	60.14
										Máx CDV:	60.14
PCI = 100 - max CDV PCI = 40 MALO											

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U3**

**Progresiva 0+180- losas:3**

**Tabla 14:**

*Resultados del PCI del tercer tramo de evaluación:*

CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	6	41.30
2	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	5	51.20
3	43.00	21.00	15.00	8.00	2.00	2.00	-	91.00	4	53.05
4	43.00	21.00	15.00	2.00	2.00	2.00	-	85.00	3	54.40
5	43.00	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	72.00	2	53.70
6	43.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	53.00	1	53.00
									Máx CDV:	54.40
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 45.60 <u>REGULAR</u>										

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U4**

**Progresiva 0+240- losas:4**

**Tabla 15:**

*Resultados del PCI de la cuarta tramo de evaluación:*

CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00		68.04	6	34.80
2	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00		68.04	5	36.60
3	44.00	7.00	6.00	5.52	2.00	2.00		66.52	4	38.98
4	44.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00		63.00	3	40.45
5	44.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00		59.00	2	45.33
6	44.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		54.00	1	54.00
									Máx CDV:	54.00
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 46.00 <u>REGULAR</u>										

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U5**

**Progresiva 0+300- losas:5**

**Tabla 16:**

*Resultados del PCI de la quinta tramo de evaluación:*

<b>CALCULO DEL PCI</b>											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	3.30	2.00	-	85.10	6	44.30
2	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	2.00	2.00	-	83.80	5	46.20
3	34.50	23.30	9.30	8.70	2.00	2.00	2.00	-	81.80	4	48.00
4	34.50	23.30	9.30	2.00	2.00	2.00	2.00	-	75.10	3	48.30
5	34.50	23.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	67.80	2	51.00
6	34.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	46.50	1	46.50
										Máx CDV:	51.00
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 49.00 <u>REGULAR</u>											

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U6**

**Progresiva 0+360- losas:6**

**Tabla 17:**

*Resultados del PCI de la sexta tramo de evaluación:*

<b>CALCULO DEL PCI</b>											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	20.90	7.50	4.00	2.00	-	-	-	-	34.40	4	18.80
2	20.90	7.50	4.00	2.00	-	-	-	-	34.40	3	21.33
3	20.90	7.50	2.00	2.00	-	-	-	-	32.40	2	26.42
4	20.90	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	26.90	1	26.90
										Máx CDV:	26.90
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 73.10 <u>MUY BUENO</u>											

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U7**

**Progresiva 0+420- losas:7**

**Tabla 18:**

*Resultados del PCI de la séptima tramo de evaluación:*

<b>CALCULO DEL PCI</b>									
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV
1	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-	89.90	5	48.30
2	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-	89.90	4	52.00
3	41.70	23.30	14.30	2.00	2.00	-	83.30	3	53.40
4	41.70	23.30	2.00	2.00	2.00	-	71.00	2	53.00
5	41.70	2.00	2.00	2.00	2.00	-	49.70	1	49.70
								Máx CDV:	53.40
PCI = 100 - max CDV									
PCI = 46.60 <u>REGULAR</u>									

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

**Tramo: U8**

**Progresiva 0+490- losas:8**

**Tabla 19:**

*Resultados del PCI de la octava tramo de evaluación:*

<b>CALCULO DEL PCI</b>									
#	Valores deducción						TOTAL	q	CDV
1	22.70	14.20	12.20	7.20	-	-	56.30	4	32.90
2	22.70	14.20	12.20	2.00	-	-	51.10	3	32.80
3	22.70	14.20	2.00	2.00	-	-	40.90	2	33.00
4	22.70	2.00	2.00	2.00	-	-	28.70	1	28.70
								Máx CDV:	33.00
PCI = 100 - max CDV									
PCI = 67.00 <u>BUENO</u>									

**Av. El Triunfo – Huaylas-Ancash.**

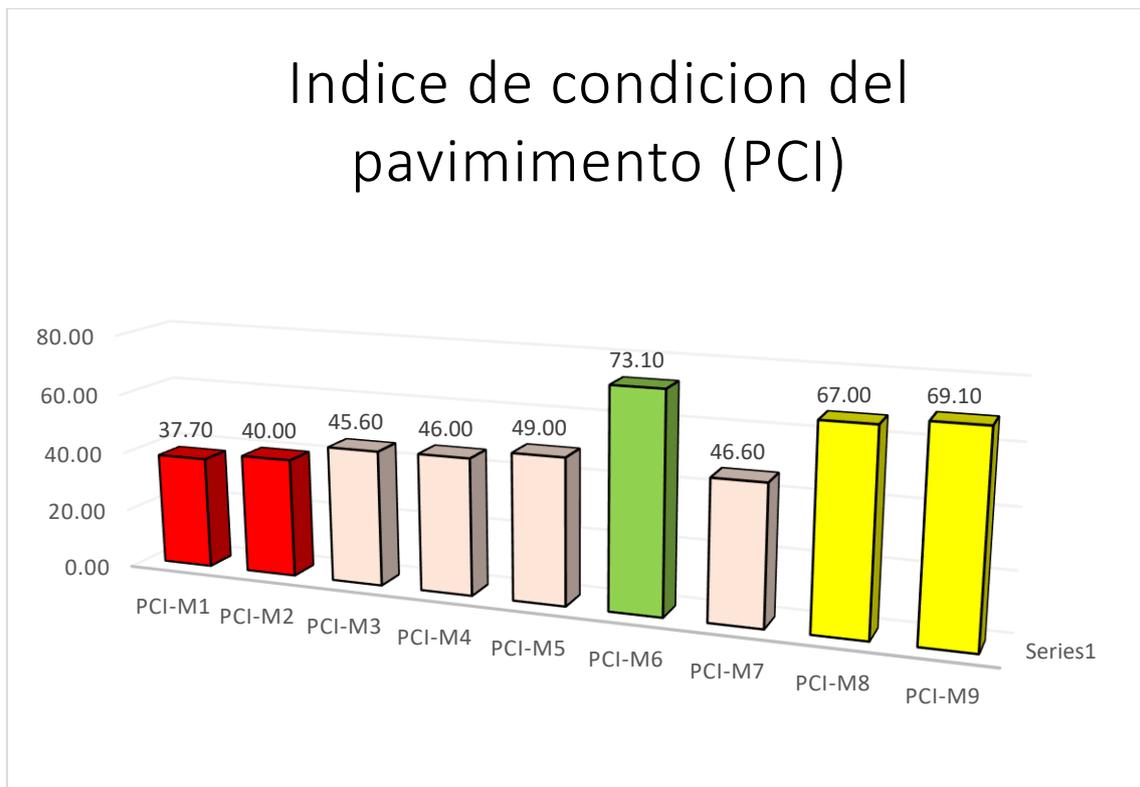
**Tramo: U9**

**Progresiva 0+570- losas:9**

**Tabla 20:**

*Resultados del PCI del noveno tramo de evaluación:*

CALCULO DEL PCI							
#	Valores deducidos				TOTAL	q	CDV
1	22.70	13.70	8.50	-	44.90	3	28.6
2	22.70	13.70	2.00	-	38.40	2	30.9
3	22.70	2.00	2.00	-	26.70	1	26.7
						Máx CDV:	30.9
$PCI = 100 - \max CDV$ $PCI = 69.1$							
<u>BUEN</u> <u>O</u>							



**Figura 3. Índice de condición del pavimento**



*Figura 4. Estándares de evaluaciones PCI*

## Resultados de método VIZIR

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR					
<b>Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020</b>						
<b>Nombre de la vía:</b>	Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			<b>Esquema:</b>		
<b>Evaluado por:</b>	Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)		
<b>Fecha:</b>	04/01/2021	<b>Tramo:</b>	U1	2. Grietas longitudinales por fatiga		
<b>Absisa inicial:</b>	0+60			3. piel de cocodrilo		
<b>Absisa final:</b>	0+100			4. bacheos y parcheos		
<b>Long. Unidad =</b>	40 m			5. fisura longitudinal junta de construccion (FL T)		
				6. fisura transversal junta de construccion (FLJ)		
				7. fisura de construccion termica (FCT)		
				8. fisura parabolica (FP)		
				9. fisura de borde (FB)		
				10. ojo de pescado.(o)		
				11. desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)		
				12. perdida dfe la pelicula del ligante (PL)		
				13. perdida del agregado (PA).		
				14. descascaramiento (D)		
				15. pulimiento de agregados (PA)		
				16. exudacio (EX).		
				17. afloramiento de mortero (AM)		
				18. afloramiento de agua (AA)		
				19. desintegracion de bordes de pavimento (DB)		
				20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB).		
				21. erocion de las bermas (EB)		
				22. segregacion (S)		
<b>ESQUEMA</b>						
						
<b>FALLAS EXISTENTES</b>						
<b>PROGRESIVA</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>			<b>SEVERIDAD</b>	<b>A.TOTAL (M2)</b>	<b>DENSIDAD %</b>
PRO 0+60 PRO 0+100	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)			L	35	14.58
	2. Grietas longitudinales por fatiga			L	4	1.67
	4. bacheos y parcheos			M	7	2.92
<b>CALCULO DE Is</b>						
If	If-Tramo	ld	ld-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3

Figura 5. Evaluaciones por el método VIZIR

1. Ahuellamientos, depresiones y hundidos				L	30	30.53
Índice de Deformación <i>Id</i>	Extensión			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
	Gravedad			1	2	3
	1	1	2	3	4	5
	2	2	3	4	5	
3	3	4	5			
Id		Id-TRAMO				
2		2				

2. Grietas longitudinales por fatiga				L	2	0.70
(I) Índice de Fisuración <i>If</i>	Extensión			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
	Gravedad			1	2	3
	1	1	2	3	4	5
	2	2	3	4	5	
3	3	4	5			
If		If- TRAMO				
1		1				

Figura 6. Cálculo del índice de deformación *Id* y el índice de fisuramiento (*If*)

<i>Id</i>	<i>If</i>		
2	1		

Primera calificación del Índice de Deterioro, <i>Is</i>				
<i>Id</i>	<i>If</i>			
	0	1-2	3	4-5
	0	2	3	4
	1-2	3	4	5
	3	4	5	6
4-5	5	6	7	

4. Bacheos y parcheos				L	2.8	0.98
Extensión	Gravedad			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
	Gravedad			1	0	0
	1	0	0	0	+1	
	2	0	0	+1	+1	
3	0	+1	+1			
Corrección por reparación						
IRA CALIF.	CORRECCIÓN	<i>Is</i>				
3	0	3				

RANGO	CALIFICACIÓN
1 y 2	Bueno
3 y 4	Regular
5 y 7	Deficiente

Figura 7. Consideración de corrección

Tabla 21

Resumen de los resultados VIZIR.

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA	VIZIR	CALIFICACION
1	PROGRESIVA 0+060 - 0+100	3	REGULAR
2	PROGRESIVA 0+120 - 0+160	5	DEFICIENTE
3	PROGRESIVA 0+190 - 0+230	3	REGULAR
4	PROGRESIVA 0+250 - 0+290	3	REGULAR
5	PROGRESIVA 0+310 - 0+350	3	REGULAR
6	PROGRESIVA 0+370 - 0+410	2	BUENO
7	PROGRESIVA 0+430 - 0+470	3	REGULAR
8	PROGRESIVA 0+500 - 0+540	3	REGULAR
9	PROGRESIVA 0+570 - 0+640	3	REGULAR
PUNTAJE FINAL DE CALIFICACION		3.11	REGULAR

## V) DISCUSIÓN

La evaluación realizada del pavimento rígido existente en la Av. Triunfo-Santo Toribio-Huaylas-Ancash mostró que el daño de la fisura longitudinal afectó la superficie de la primera muestra, representando el 37,70%. Luego vino la siguiente placa con esquinas y grietas lineales, que representaron el 40% de la segunda muestra.

También puede ser uno de los factores principales el calor de hidratación, cuando el calor de hidratación no llega a escapar es ahí donde presenta fisuras y trae consecuencia en la resistencia a la compresión.

La mayor incidencia de fisuras longitudinales se debe a la suma de múltiples factores, como la repetición excesiva de cargas pesadas. La pavimentación de los cimientos y el soporte del asentamiento son deficientes. Asimismo, se han determinado las distintas patologías de cada plataforma de movimiento y sus porcentajes de reducción de forma que posteriormente se ha calculado la patología con mayor incidencia en cada parte del canal. De acuerdo con los cálculos realizados, los mayores cambios patológicos observados son grietas lineales, astillado, grietas y pulido de agregados.

La diferencia de porcentajes de daños en el PCI encontramos que el pavimento está en el límite de estado regular en un 58.20%, mientras aplicamos el método VIZIR nos indica que un 62.40 % es regular de este modo podemos afirmar que nuestra hipótesis es correcta, ya que los resultados son diferentes.

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA	PCI	CALIFICACION	VIZIR	CALIFICACION
1	PROGRESIVA 0+060 - 0+100	37.70	MALO	3	REGULAR
2	PROGRESIVA 0+120 - 0+160	40.00	MALO	5	DEFICIENTE
3	PROGRESIVA 0+190 - 0+230	45.60	REGULAR	3	REGULAR
4	PROGRESIVA 0+250 - 0+290	46.00	REGULAR	3	REGULAR
5	PROGRESIVA 0+310 - 0+350	49.00	REGULAR	3	REGULAR
6	PROGRESIVA 0+370 - 0+410	73.10	MUY BUENO	2	BUENO
7	PROGRESIVA 0+430 - 0+470	46.60	REGULAR	3	REGULAR
8	PROGRESIVA 0+500 - 0+540	67.00	BUENO	3	REGULAR
9	PROGRESIVA 0+570 - 0+640	69.10	BUENO	3	REGULAR
<b>PUNTAJE FINAL DE CALIFICACION</b>		<b>52.68</b>	<b>REGULAR</b>	<b>3.11</b>	<b>REGULAR</b>

**Figura 8.** Comparación de resultados método PCI Y VIZIR.

## VI) CONCLUSIÓN

- El pavimento de la Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash obtuvo un valor de PCI= 45.60% en la muestra 3, dentro de la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado "Regular". De las losas estudiadas el 44.4% presentó un estado "Regular", un 22.2% "Malo", un 22.2% "Bueno" y 11.2% un estado muy bueno. Las unidades de muestreo con un estado más desfavorable ("Malo") son 1 y 2 con valores de PCI iguales a 37.70% y 40% respectivamente, y las unidades en mejores condiciones.
- Al realizar el estudio por el método VIZIR, se obtuvo un resultado no muy favorable en la segunda muestra con un rango de 5 siendo una calificación desfavorable, mientras que en la sexta muestra se obtuvo un rango 2 encontrándose en esta bueno, finalmente al tomar las 7 muestras el restante de evaluación, se obtuvo un rango 3 con una calificación de estado regular. Se logró obtener una calificación de 52.58 promedio de PCI lo cual indica que la vía se encuentra en estado regular, y al determinar la evaluación promedio.
- Finalmente al realizar la comparación de ambas metodologías llegando a la conclusión que el PCI considera todas las fallas existentes en el pavimento, mientras que el método VIZIR solo reflexiona las fallas del tipo A fallas estructurales y no toman en cuenta los de tipo B que en este caso son fallas superficiales, por otro lado, el PCI tiene un rango de calificación de 0 a 100 considerando 7 niveles, mientras el método VIZIR solo considera 3 niveles y su rango de calificación es de 0 a 7 niveles.

## VII) RECOMENDACIONES

- Es recomendable implementar un plan de mantenimiento preventivo en esta importante vía para minimizar los costos de mantenimiento, ya que, desde un punto de vista económico, es más factible que el mantenimiento
- Es necesario controlar estrictamente la intervención de empresas públicas y privadas en la vía urbana para regular la calidad del trabajo, a fin de evitar que dichas intervenciones provoquen futuras enfermedades.
- Se sugiere la aplicación de las dos alternativas de solución planteadas en el proyecto, de acuerdo a las necesidades de cada losa del pavimento, para así reparar una mayor cantidad de daño y mejorar el estado de la vía completamente.
- Se recomienda un control estricto para proyectos futuros, en lo que es el concreto para que cumplan su resistencia requerida y en los materiales que se va a utilizar en la sección transversal del pavimento, ya sea terreno natural sub rasante base y sub base, para que así cumpla con los estándares del manual de carreteras.
- Para elaborar buenas mezclas de concreto Se recomienda usar producto peruano en el caso del cemento CEMEX, en obras a construir donde se requieran volúmenes pequeños, no necesariamente se requiere de equipos mezcladores. El concreto se puede mezclar a mano y obtener una calidad muy buena, comparable con la del concreto producido en plantas, siempre y cuando se realicen buenas prácticas.

## Referencias biográficas

- Comunicaciones, M. d. (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Cordo, O. (Tercera ed.). *Manual de diseño de pavimentos en base al método AASHTO-93*. San Juan: Instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos (NHI).
- Coripuna Osorio, C. A., & Huanacchiri Huaman, Y. (2019). *Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI*.
- Dominic Joseph, M., & Fort Mitchell, K. (2017). *Pavement Condition Index and cost of ownership analysis on preventative maintenance projects in Kentucky*.
- Guamán Yuquilema, G. I. (2018). *Evaluación del pavimento flexible existente en la Avenida Samuel Cisneros en el Cantón Duran, provincia del Guayas*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México.
- Leguía Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales*.
- Matta Valdez, N. M., & Pulido Esquerre, S. (2019). *Evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Arica en el tramo jirón Camino Real - jirón Santa Lucía, P.J.*
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013). *Manual de vías, suelos, geología, geotecnia y pavimentos - Sección suelos y pavimentos*. Lima
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016, Noviembre 4). Decreto Supremo N° 021-2016-MTC. *Diario Oficial El Peruano*, pp. 603467-603469.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Instructivo de la Ficha Técnica Simplificada - Versión 1.0*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Mohammed, (2017). Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 1461-1467.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 227-232.
- Parra Fernandez, I. J. (2018). *Procedimiento estratégico para la detección de daños en pavimento flexible en la infraestructura vial del municipio de Fusagasugá mediante las metodologías Vizir y PCI*.
- Ríos Ramírez, R. (Primera ed.). *Metodología para la investigación y redacción*. Málaga, España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L.
- Rodríguez Araínga, W. (2011). *Guía de investigación científica*. Lima: UCH.
- Silva Lucero, J. J. (2017). *Evaluación visual y estructural del pavimento flexible de la Urbanización Los Jardines, Barranca-2017*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Thenoux Z., G., & Gaete P., R. (2012). Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico.
- Tocto Olivera, J. M. (2014). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la carretera Jaén-Chamaya*.

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de categorización apriorística

Objeto de estudio	Problema general	Problemas específicos	Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías	Indicadores
Vía de Santo Toribio, provincia de Huaylas, Departamento de Ancash.	¿Cuál sería el estado de los pavimentos rígidos realizando la evaluación entre el Método PCI y VIZIR en Ancash-Huaylas-Santo Toribio, 2020?	¿Cómo se utiliza los Métodos PCI y VIZIR sobre el pavimento?	Evaluar y comparar la aplicación de los métodos PCI y VIZIR sobre el pavimento rígido del Distrito de Santo Toribio-Huaylas-Ancash, 2020.	Comparar los métodos PCI Y VIZIR en la calle pavimentada del Distrito de Santo Toribio	Pavimento rígido	Vida útil	Tiempo
							Adversidades
		¿Cuál es la diferencia entre los Métodos PCI y VIZIR aplicados en el pavimento rígido del Distrito de Santo Toribio?		Determinar sobre el tramo en estudio la localización de diferentes tipos de daño que se presentan en los pavimentos rígidos existentes	Propuesta técnica	Presupuesto	
				Catalogarlos de acuerdo al sistema de clasificación PCI y VIZIR, sectorizando de acuerdo a la clasificación resultante.		Método PCI Y VIZIR	Tipos de fallas
					Superficial		
					Medición	Comparar Frecuencia	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9:** Visualizando las grietas



**Figura 10:** Midiendo la junta con wincha de pavimento.



**Figura 11:** Midiendo la junta con vernier de pavimento



**Figura 12:** Midiendo la piel de cocodrilo de pavimento



**Figura 13:** midiendo los vacíos en el pavimento.



**Figura 14:** midiendo los vacíos en el pavimento



**Figura 15:** midiendo los vacíos en el pavimento



**Figura 16:** midiendo la piel de cocodrilo en el pavimento



**Figura 17:** *midiendo la intersección de las juntas.*



**Figura 18:** *intersección de juntas y fisura miento en la esquina*



**Figura 19:** midiendo la junta en diagonal.



**Figura 20:** midiendo la junta con vernier



**Figura 21:** midiendo los vacíos en el pavimento



**Figura 22:** Intersección de las juntas













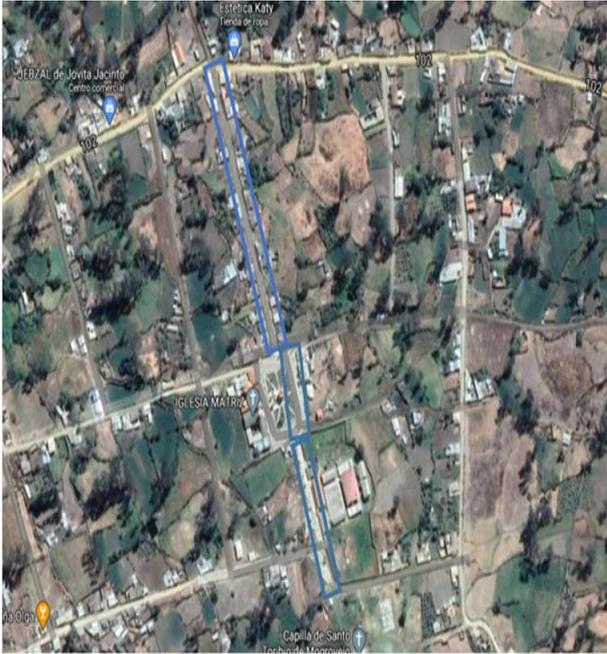


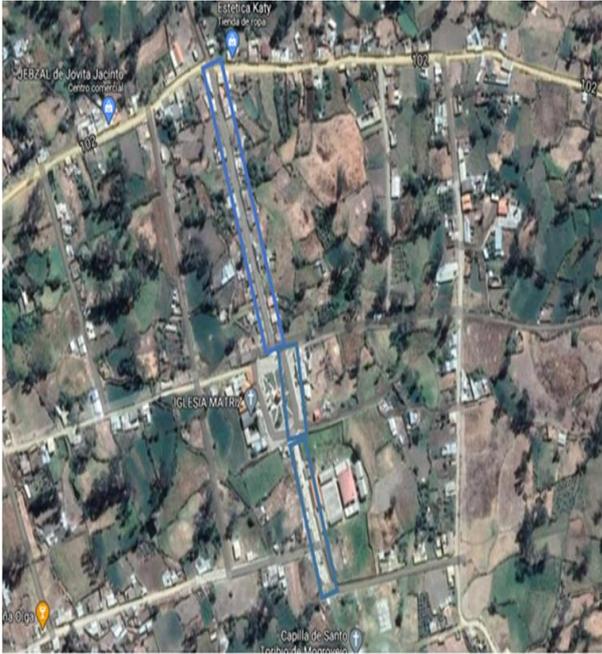


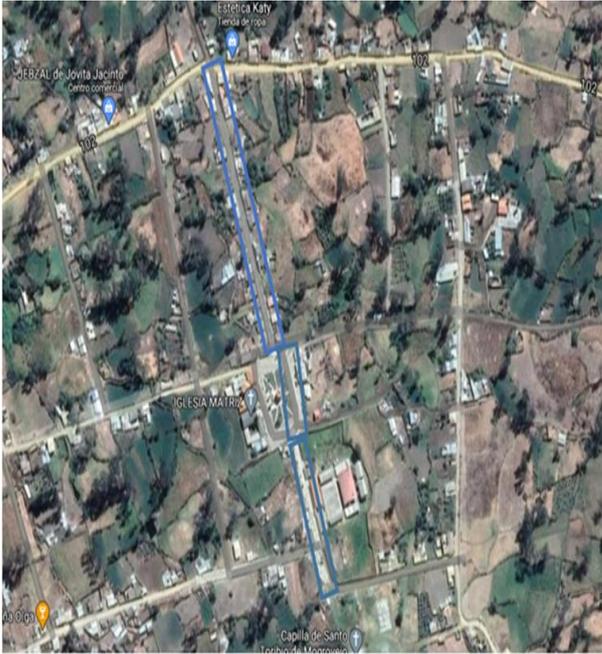


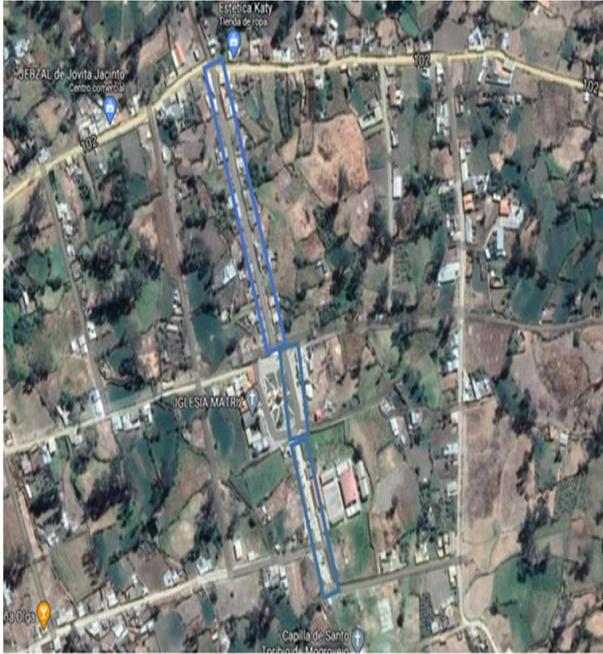


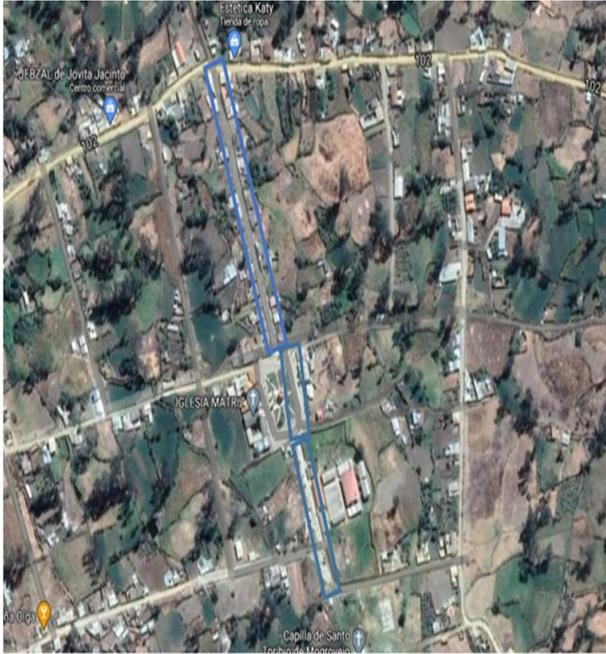
## **RESULTADOS MÉTODO VIZIR**

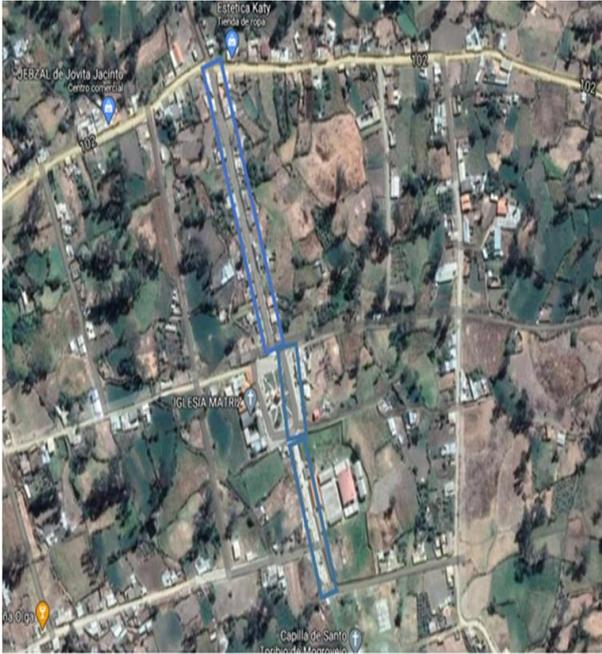
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR				
		<b>Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020</b>				
Nombre de la vía:		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			Esquema:	
Evaluado por:		Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(Id) 2. Grietas longitudinales por fatiga 3. piel de cocodrilo 4. bacheos y parcheos 5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT) 6. fisura transversal junta de construccion (FLJ) 7. fisura de construccion termica (FCT) 8. fisura parabolica (FP) 9. fisura de borde (FB) 10.ojo de pescado.(o) 11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM) 12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL) 13. perdida del agregado (PA). 14.descascaramiento (D) 15. pulimiento de agregados (PA) 16. exudacio (EX). 17. afloramiento de mortero (AM) 18. afloramiento de agua (AA) 19. desintegracion de bordes de pavimento (DB) 20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB). 21. erocion de las bermas (EB) 22. segregacion (S)	
Fecha:	04/01/2021	Tramo:	U1			
Absisa inicial: 0+60						
Absisa final: 0+100		Ancho de la vía: 6.0 m				
Long. Unidad = 40 m		Area de muestra: 240 m2				
<b>ESQUEMA</b>						
						
<b>FALLAS EXISTENTES</b>						
<b>PROGRESIVA</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>			<b>SEVERIDAD</b>	<b>A.TOTAL (M2)</b>	<b>DENSIDAD %</b>
PRO 0+60 PRO 0+100	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(Id)			L	35	14.58
	2. Grietas longitudinales por fatiga			L	4	1.67
	4. bacheos y parcheos			M	7	2.92
<b>CALCULO DE Is</b>						
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR				
Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020						
Nombre de la vía:		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			Esquema:	
Evaluado por:		Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)	
Fecha:		04/01/2021	Tramo:		U2	2. Grietas longitudinales por fatiga
Absisa inicial: 0+120		3. piel de cocodrilo				
Absisa final: 0+160		Ancho de la vía: 6.0 m				
Long. Unidad = 40 m		Area de muestra: 240 m2				
<b>ESQUEMA</b>						
				4. bacheos y parcheos 5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT) 6. fisura transversal junta de construccion (FLJ) 7. fisura de construccion termica (FCT) 8. fisura parabolica (FP) 9. fisura de borde (FB) 10.ojo de pescado.(o) 11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM) 12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL) 13. perdida del agregado (PA). 14.descascaramiento (D) 15. pulimiento de agregados (PA) 16. exudacio (EX). 17. afloramiento de mortero (AM) 18. afloramiento de agua (AA) 19. desintegracion de bordes de pavimento (DB) 20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB). 21. erocion de las bermas (EB) 22. segregacion (S)		
<b>FALLAS EXISTENTES</b>						
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA			SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+120 PRO 0+160	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)			L	25	10.42
	2. Grietas longitudinales por fatiga			L	26	10.83
	4. bacheos y parcheos			M	5	2.08
	9. fisura de borde (FB)			M	2	0.83
<b>CALCULO DE Is</b>						
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
2	2	2	2	4	1	5

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR					
		<b>Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020</b>					
Nombre de la vía:		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			Esquema:		
Evaluado por:		Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)		
Fecha:		04/01/2021	Tramo:		U3	2. Grietas longitudinales por fatiga	
Absisa inicial: 0+190						3. piel de cocodrilo	
Absisa final: 0+230		Ancho de la vía: 6.0 m				4. bacheos y parcheos	
Long. Unidad = 40 m		Area de muestra: 240 m2				5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)	
<b>ESQUEMA</b>							
				6. fisura transversal junta de construccion (FLJ)			
				7. fisura de construccion termica (FCT)			
				8. fisura parabolica (FP)			
				9. fisura de borde (FB)			
				10.ojo de pescado.(o)			
				11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)			
				12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL)			
				13. perdida del agregado (PA).			
				14.descascaramiento (D)			
				15. pulimiento de agregados (PA)			
				16. exudacio (EX).			
				17. afloramiento de mortero (AM)			
				18. afloramiento de agua (AA)			
				19. desintegracion de bordes de pavimento (DB)			
				20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB).			
				21. erocion de las bermas (EB)			
				22. segregacion (S)			
<b>FALLAS EXISTENTES</b>							
<b>PROGRESIVA</b>		<b>TIPO DE FALLA</b>			<b>SEVERIDAD</b>	<b>A.TOTAL (M2)</b>	<b>DENSIDAD %</b>
PRO 0+190 PRO 0+230		1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)			L	26	10.83
		2. Grietas longitudinales por fatiga			L	12	5.00
		4. bacheos y parcheos			M	4	1.67
		9. fisura de borde (FB)			M	6	2.50
<b>CALCULO DE Is</b>							
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is	
1	1	2	2	3	0	3	

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR					
		<b>Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020</b>					
Nombre de la vía:		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			Esquema:		
Evaluado por:		Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)		
Fecha:		04/01/2021	Tramo:		2. Grietas longitudinales por fatiga		
Absisa inicial: 0+250						3. piel de cocodrilo	
Absisa final: 0+290		Ancho de la vía: 6.0 m				4. bacheos y parcheos	
Long. Unidad = 40 m		Area de muestra: 240 m2				5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)	
<b>ESQUEMA</b>							
					6. fisura transversal junta de construccion (FLJ)		
					7. fisura de construccion termica (FCT)		
					8. fisura parabolica (FP)		
					9. fisura de borde (FB)		
					10.ojo de pescado.(o)		
					11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)		
					12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL)		
					13. perdida del agregado (PA).		
					14.descascaramiento (D)		
					15. pulimiento de agregados (PA)		
					16. exudacio (EX).		
					17. afloramiento de mortero (AM)		
					18. afloramiento de agua (AA)		
					19. desintegracion de bordes de pavimento (DB)		
					20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB).		
					21. erocion de las bermas (EB)		
					22. segregacion (S)		
<b>FALLAS EXISTENTES</b>							
<b>PROGRESIVA</b>		<b>TIPO DE FALLA</b>			<b>SEVERIDAD</b>	<b>A.TOTAL (M2)</b>	<b>DENSIDAD %</b>
PRO 0+250 PRO 0+290		1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)			L	30	12.50
		2. Grietas longitudinales por fatiga			L	8	3.33
		3. piel de cocodrilo			M	2	0.83
<b>CALCULO DE Is</b>							
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is	
1	1	2	2	3	0	3	

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR					
Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020							
<b>Nombre de la vía:</b>		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			<b>Esquema:</b>		
<b>Evaluado por:</b>		Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)		
<b>Fecha:</b>		04/01/2021	<b>Tramo:</b>		U5	2. Grietas longitudinales por fatiga	
<b>Absisa inicial:</b> 0+310						3. piel de cocodrilo	
<b>Absisa final:</b> 0+350		<b>Ancho de la vía:</b> 6.0 m				4. bacheos y parcheos	
<b>Long. Unidad = 40 m</b>		<b>Area de muestra:</b> 240 m2				5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)	
ESQUEMA							
				6. fisura transversal junta de construccion (FLJ) 7. fisura de construccion termica (FCT) 8. fisura parabolica (FP) 9. fisura de borde (FB) 10.ojo de pescado.(o) 11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM) 12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL) 13. perdida del agregado (PA). 14.descascaramiento (D) 15. pulimiento de agregados (PA) 16. exudacio (EX). 17. afloramiento de mortero (AM) 18. afloramiento de agua (AA) 19. desintegracion de bordes de pavimento (DB) 20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB). 21. erocion de las bermas (EB) 22. segregacion (S)			
FALLAS EXISTENTES							
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA				SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+310 PRO 0+350	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)				L	32	13.33
	3. piel de cocodrilo				M	5	2.08
	4. bacheos y parcheos				L	4	1.67
CALCULO DE Is							
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is	
1	1	2	2	3	0	3	

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR				
		<b>Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020</b>				
Nombre de la vía:		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.			Esquema:	
Evaluado por:		Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld) 2. Grietas longitudinales por fatiga 3. piel de cocodrilo 4. bacheos y parcheos 5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT) 6. fisura transversal junta de construccion (FLJ) 7. fisura de construccion termica (FCT) 8. fisura parabolica (FP) 9. fisura de borde (FB) 10.ojo de pescado.(o) 11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM) 12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL) 13. perdida del agregado (PA). 14.descascaramiento (D) 15. pulimiento de agregados (PA) 16. exudacio (EX). 17. afloramiento de mortero (AM) 18. afloramiento de agua (AA) 19. desintegracion de bordes de pavimento (DB) 20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB). 21. erocion de las bermas (EB) 22. segregacion (S)	
Fecha:	04/01/2021	Tramo:	U6			
Absisa inicial: 0+370						
Absisa final: 0+410		Ancho de la vía: 6.0 m				
Long. Unidad = 40 m		Area de muestra: 240 m2				
<b>ESQUEMA</b>						
						
<b>FALLAS EXISTENTES</b>						
<b>PROGRESIVA</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>			<b>SEVERIDAD</b>	<b>A.TOTAL (M2)</b>	<b>DENSIDAD %</b>
PRO 0+370 PRO 0+410	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)			L	18	7.50
	3. piel de cocodrilo			M	7	2.92
	4. bacheos y parcheos			L	6	2.50
<b>CALCULO DE Is</b>						
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	1	1	2	0	2

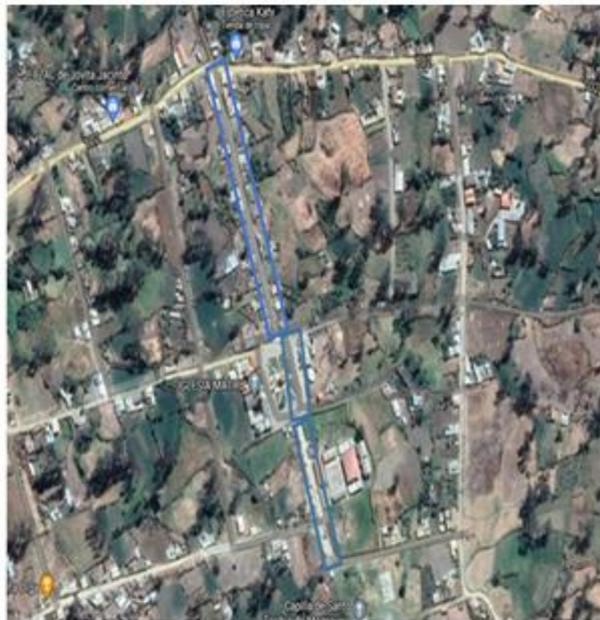


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

**Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020**

Nombre de la vía:	Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas- Ancash.			Esquema:
Evaluado por:	Bravo Caballero Jaime Samuel			1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)
Fecha:	04/01/2021	Tramo:	U7	2. Grietas longitudinales por fatiga
Absisa inicial: 0+430				3. piel de cocodrilo
Absisa final: 0+470	Ancho de la vía: 6.0 m			4. bacheos y parcheos
Long. Unidad = 40 m	Area de muestra: 240 m <sup>2</sup>			5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)

**ESQUEMA**



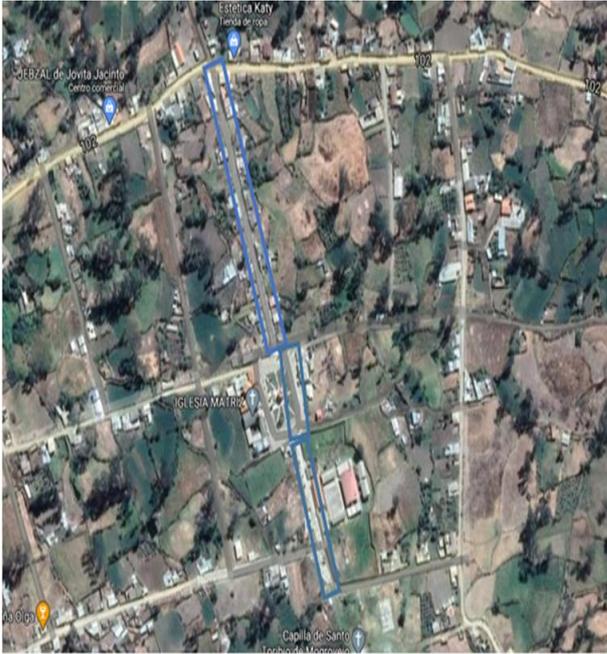
6. fisura transversal junta de construccion (FLJ)
7. fisura de construccion termica (FCT)
8. fisura parabolica (FP)
9. fisura de borde (FB)
10. ojo de pescado.(o)
11. desplaz. O abutamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)
12. perdida de la pelicula del ligante (PL)
13. perdida del agregado (PA).
14. descascamiento (D)
15. pulimiento de agregados (PA)
16. exudacio (EX).
17. afloramiento de mortero (AM)
18. afloramiento de agua (AA)
19. desintegracion de bordes de pavimento (DB)
20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB).
21. erocion de las bermas (EB)
22. segregacion (S)

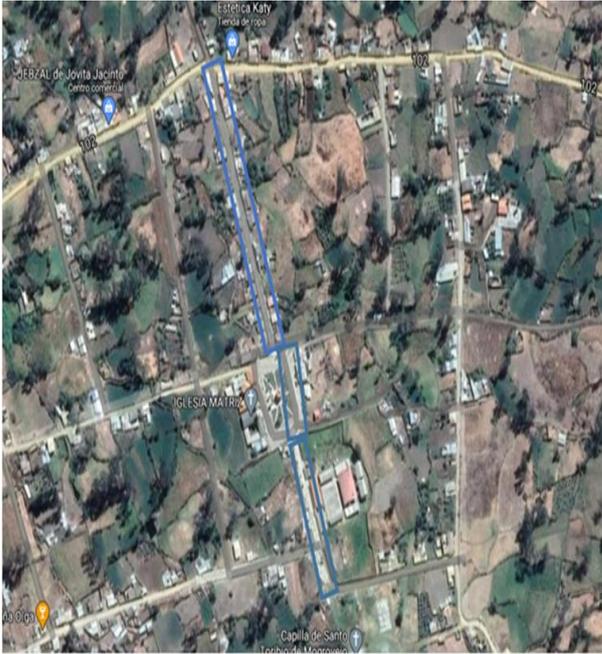
**FALLAS EXISTENTES**

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M <sup>2</sup> )	DENSIDAD %
PRO 0+430 PRO 0+470	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)	L	31	12.92
	2. Grietas longitudinales por fatiga	M	15	6.25
	5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)	L	9	3.75

**CALCULO DE Is**

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	IRA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR						
<b>Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020</b>						
Nombre de la vía:	Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.					
Evaluado por:	Bravo Caballero Jaime Samuel					
Fecha:	04/01/2021					
Tramo:	U8					
Absisa inicial:	0+500					
Absisa final:	0+540					
Long. Unidad =	40 m					
Ancho de la vía:	6.0 m					
Area de muestra:	240 m <sup>2</sup>					
<b>ESQUEMA</b>						
						
<b>Esquema:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)</li> <li>2. Grietas longitudinales por fatiga</li> <li>3. piel de cocodrilo</li> <li>4. bacheos y parcheos</li> <li>5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)</li> <li>6. fisura transversal junta de construccion (FLJ)</li> <li>7. fisura de construccion termica (FCT)</li> <li>8. fisura parabolica (FP)</li> <li>9. fisura de borde (FB)</li> <li>10.ojo de pescado.(o)</li> <li>11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)</li> <li>12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL)</li> <li>13. perdida del agregado (PA).</li> <li>14.descascamiento (D)</li> <li>15. pulimiento de agregados (PA)</li> <li>16. exudacio (EX).</li> <li>17. afloramiento de mortero (AM)</li> <li>18. afloramiento de agua (AA)</li> <li>19. desintegracion de bordes de pavimento (DB)</li> <li>20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB).</li> <li>21. erocion de las bermas (EB)</li> <li>22. segregacion (S)</li> </ol>						
<b>FALLAS EXISTENTES</b>						
<b>PROGRESIVA</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>A.TOTAL (M2)</b>	<b>DENSIDAD %</b>		
PRO 0+500 PRO 0+540	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)	L	28	11.67		
	2. Grietas longitudinales por fatiga	M	9	3.75		
	3. piel de cocodrilo	M	3	1.25		
<b>CALCULO DE Is</b>						
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR				
		Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020				
Nombre de la vía:		Av. El Triunfo-Santo Toribio- Huaylas-Ancash.		Esquema:		
Evaluado por:		Bravo Caballero Jaime Samuel		1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)		
Fecha:		04/01/2021	Tramo:	U9	2. Grietas longitudinales por fatiga	
Absisa inicial: 0+570		3. piel de cocodrilo				
Absisa final: 0+610		4. bacheos y parcheos				
Long. Unidad = 40 m		5. fisura longitudinal junta de construccion (FLT)				
		6. fisura transversal junta de construccion (FLJ)				
<b>ESQUEMA</b>						
			7. fisura de construccion termica (FCT) 8. fisura parabolica (FP) 9. fisura de borde (FB) 10.ojo de pescado.(o) 11.desplaz. O abultamiento o ahuellamiento de mezcla (DM) 12.perdida dfe la pelicula del ligante (PL) 13. perdida del agregado (PA). 14.descascaramiento (D) 15. pulimiento de agregados (PA) 16. exudacio (EX). 17. afloramiento de mortero (AM) 18. afloramiento de agua (AA) 19. desintegracion de bordes de pavimento (DB) 20. escalonamiento entre calzada y berma (ECB). 21. erocion de las bermas (EB) 22. segregacion (S)			
<b>FALLAS EXISTENTES</b>						
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA			SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+570 PRO 0+610	1. Ahuellamiento, depresion y hundimiento(ld)			M	24	10.00
	2. Grietas longitudinales por fatiga			L	10	4.17
	3. piel de cocodrilo			M	4	1.67
	4. bacheos y parcheos			M	3	1.25
<b>CALCULO DE Is</b>						
If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3

Yo, Mg.Ing. Samir Augusto Arévalo Vidal, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:

“Análisis comparativo entre el método PCI y VIZIR para la evaluación del pavimento rígido en Ancash- Huaylas- Santo Toribio, 2020” del(os) estudiante(s):

Bravo Caballero Jaime Samuel

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 15-03-21

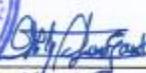


.....

Firma

Mg. Ing. Samir Augusto Arévalo Vidal

DNI: 46000342

	Elaboró  Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 VICEDIRECTORADO DE Investigación
---	---	--------	--	---