



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

**CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON  
LA METODOLOGÍA VIZIR Y PCI DE LA CARRETERA VECINAL  
TRAMO KM 00+00 AL KM 05+00 DE LOS DISTRITOS DE LA  
VICTORIA Y MONSEFÚ, UBICADO EN LA PROVINCIA DE  
CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**PRESENTADA POR  
DELGADO FERNANDEZ, KEWIN BRAYSEN  
MORALES GUIVIN, LILAVATI**

**ASESOR  
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO  
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

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

**LIMA – PERÚ**

**2020**



**CC BY-NC-SA**

**Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON  
LA METODOLOGÍA VIZIR Y PCI DE LA CARRETERA  
VECINAL TRAMO KM 00+00 AL KM 05+00 DE LOS  
DISTRITOS DE LA VICTORIA Y MONSEFÚ, UBICADO EN LA  
PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**DELGADO FERNÁNDEZ, KEWIN BRAYSEN**

**MORALES GUIVIN, LILAVATI**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis primero a Dios nuestro creador por concederme salud y fortaleza a fin de llevar a cabo mis propósitos y objetivos.

A mis padres Irma y Carlos por ser lo más valioso en mi vida, sus sabios consejos y apoyarme en cada paso de mi crecimiento profesional.

Lilavati Morales

## **DEDICATORIA**

A mis padres que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

Gracias por ser mi ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Kewin Delgado

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1    Situación problemática	1
1.2    Definición del problema	3
1.3    Formulación del problema	3
1.4    Objetivos	4
1.5    Justificación	5
1.6    Alcances y limitaciones	5
1.7    Viabilidad de la investigación	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1    Antecedentes de la investigación	7
2.2    Bases teóricas	13
2.3    Definición de términos básicos	35

2.4	Hipótesis de la investigación	36
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>		<b>38</b>
3.1	Diseño metodológico	38
3.2	Variables	39
3.3	Población y muestra	41
3.4	Técnicas de recolección de datos	43
3.5	Instrumentos de recolección de datos	43
3.6	Procesamiento estadístico de datos	44
3.7	Técnica de procesamiento de datos	44
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO</b>		<b>45</b>
4.1	División del pavimento en unidades de muestra	45
4.2	Implementos a emplear para la recolección de los datos	46
4.3	Recolección de datos en campo	46
4.4	Cálculo de la condición de pavimento	48
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>		<b>54</b>
5.1	Índice del pavimento por la metodología PCI	54
5.2	Índice del pavimento por la metodología VIZIR	60
5.3	Falla más representativa	65
<b>CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN</b>		<b>68</b>
6.1	Contrastación de hipótesis	68
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>75</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>77</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>		<b>78</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>82</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1: Rangos de clasificación del PCI	23
Tabla 2: Tipos de falla para el pavimento flexible	23
Tabla 3: Clase de daños del método PCI	25
Tabla 4: Hoja de registro para evaluación PCI	26
Tabla 5: Longitud de unidades de muestreo asfálticas según el PCI	27
Tabla 6: Daños de tipo A – VIZIR	31
Tabla 7: Daños de tipo B – VIZIR	31
Tabla 8: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A – VIZIR	32
Tabla 9: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A – VIZIR	33
Tabla 10: Cuadro de operacionalización de variables	40
Tabla 11: Población y muestra	42
Tabla 12: Síntesis del análisis del índice del pavimento por la metodología PCI	54
Tabla 13: Rango de calidad del pavimento, según la metodología PCI	58
Tabla 14: Distribución de condición del pavimento	58
Tabla 15: Síntesis del análisis del índice del pavimento por la metodología	



VIZIR	60
Tabla 16: Rango de calidad del pavimento, según la metodología VIZIR	63
Tabla 17: Distribución de condición del pavimento	64
Tabla 18: Contrastación de la hipótesis general	68
Tabla 19: Contrastación de la hipótesis específica H1	69
Tabla 20: Contrastación de la hipótesis específica H2	71
Tabla 21: Contrastación de la hipótesis específica H3	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Diagrama de Ishikawa	3
Figura 2. Partes del pavimento flexible	15
Figura 3. Partes del pavimento rígido	16
Figura 4. Mallas de refuerzo del pavimento	19
Figura 5. Proceso de reciclado del pavimento	21
Figura 6. Reconstrucción del pavimento	22
Figura 7. Nivel de gravedad del deterioro tipo A	29
Figura 8. Nivel de gravedad del deterioro tipo B	30
Figura 9. Determinación de la calidad	35
Figura 10. Plano del distrito de La Victoria	41
Figura 11. Plano del distrito de Monsefú	42
Figura 12. Materiales empleados para la recolección de datos	46
Figura 13. Formato de registro de campo de visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR)	47
Figura 14. Formato de registro de campo del índice de condición de pavimento (PCI)	47

Figura 15. Cálculo de la densidad %	48
Figura 16. Recolección de datos	48
Figura 17. Medición de la longitud de falla	49
Figura 18. Cálculo del índice de deformación (Id) y índice de fisuración (If)	49
Figura 19. Desnivel de carril	50
Figura 20. Cálculo del índice de deterioro (Is)	50
Figura 21. Rango de clasificación final del VIZIR	50
Figura 22. Resumen de evaluación visual para unidad de muestreo PCI	51
Figura 23. Cálculo de valores de densidad	51
Figura 24. Falla determinada para la muestra	51
Figura 25. Porcentaje / Densidad de deterioro	52
Figura 26. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos	52
Figura 27. Cuadro de carreteras y estacionamiento: asfalto	53
Figura 28. Rango de clasificación final del PCI	53
Figura 29. Distribución de condición del pavimento	58
Figura 30. Distribución de condición del pavimento – Metodología PCI	59
Figura 31. Distribución de condición del pavimento	64
Figura 32. Distribución de condición del pavimento – Metodología VIZIR	64
Figura 33. Desnivel de carril	65
Figura 34. Desprendimiento de agregado	66
Figura 35. Grieta longitudinal	66
Figura 36. Falla más representativa	67

## RESUMEN

La investigación, se ha desarrollado en un contexto en el que las carreteras de los distritos de la Victoria y Monsefú presentan serios problemas en sus pavimentos, esto genera que las vías sean menos seguras y que los vehículos se deterioren por la gran presencia de baches. En base a ello, es que se ha establecido el siguiente objetivo de investigación: Determinar la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR (Metodología de auscultación francesa) y PCI (Índice de condición del pavimento), de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Ante lo señalado, la importancia de la investigación, radica en el hecho de que se pueda ofrecer una evaluación previa hacia las condiciones actuales del pavimento. Así mismo, el alcance de la investigación, solo recae en la consideración de las dos metodologías mencionadas. Mientras que, el tipo de investigación, ha sido la aplicada, con un diseño no experimental y descriptivo, en donde se ha recurrido a la técnica de la observación, considerando como ficha de recolección de datos, a la ficha de observación. Los resultados han demostrado que la calidad superficial del pavimento, por ambas metodologías, ha sido de condición regular, siendo el valor de VIZIR de 3.51 puntos; mientras que, la metodología PCI ha sido de 51.97 puntos. Así mismo, se ha concluido que la falla más representativa ha sido el desnivel de carril, con una representatividad del 47%.

**Palabras clave:** calidad del pavimento, condición superficial, pavimento flexible, metodología, carretera vecinal, VIZIR y PCI.

## ABSTRACT

The research has been developed in a context in which the roads of the Victoria and Monsefú districts present serious problems in their pavements, this causes the roads to be less safe and the vehicles deteriorate due to the large presence of potholes. Based on this, the following research objective has been established: Determine the surface condition of the flexible pavement with the VIZIR methodology (French auscultation methodology) and PCI (Pavement condition index), of the neighborhood road section Km 00 +00 to Km 05 + 00 of the Victoria and Monsefú Districts, located in the province of Chiclayo, department of Lambayeque. Given the above, the importance of the investigation lies in the fact that it can offer a prior assessment of the current conditions of the pavement. Likewise, the scope of the research only falls on the consideration of the two mentioned methodologies. While, the type of research has been applied, with a non-experimental and descriptive design, where the observation technique has been used, considering the observation file as a data collection sheet. The results have shown that the surface quality of the pavement, by both methodologies, has been of a regular condition, the VIZIR value being 3.51 points; while, the PCI methodology has been 51.97 points. Likewise, it has been concluded that the most representative fault has been the lane gap, with a representativeness of 47%.

**Keywords:** pavement quality, surface condition, flexible pavement, methodology, local road, VIZIR and PCI.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe planteó como objetivo general determinar el estado del tramo de carretera de los distritos de Monsefú y La Victoria. Respondiendo a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

Así mismo, el diseño metodológico de la investigación, se ha planteado como tipo de investigación, el aplicado, con un diseño no experimental, descriptivo y transversal, en el que se ha considerado como nivel de investigación, el descriptivo y el enfoque mixto. Así mismo, se ha tomado en cuenta a la siguiente población: la carretera vecinal, tramo KM 00+00 al KM 05+00, de los distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, representada por 152 unidades de muestreo, en el que la población han sido 109 unidades de muestreo.

En la actualidad, el uso de los pavimentos flexibles en la estructura de las carreteras es muy común debido a sus bajos costos y fácil construcción. Pero, la falta de un programa de mantenimiento y pautas para el proceso de rehabilitación de las estructuras, ha originado que estas vías se deterioren en un tiempo menor al estipulado por el expediente de construcción. Esa es la razón por la cual, se emplean y presentan las metodologías VIZIR y PCI. Las cuales, tienen reconocimiento a nivel internacional, permitiendo el cuidado y mantenimiento de las carreteras y las vías de acceso construidas con

pavimentación flexible.

Aun así, en el Perú, la mayoría de las estructuras viales con mayor flujo de tránsito no poseen un plan de mantenimiento, provocando baches y fisuras a lo largo del trayecto, disminuyendo la calidad de viaje y seguridad del pasajero. Esto se evidencia, en el cuidado que han tenido las grandes vías como la Panamericana, y las carreteras longitudinales. Del mismo modo, en la zona norte, un gran porcentaje de los caminos y vías de acceso están sin pavimentar, siendo estas de gran tránsito, como el caso de las vías de Trujillo.

A nivel local, el departamento de Lambayeque es uno de los nudos comerciales más grande en la zona norte, donde transitan una gran cantidad de vehículos pesados dirigidos a los departamentos de Piura, Cajamarca y Lima. Aun así, es una de las zonas con mayor cantidad de baches en el Perú y con zonas sin pavimentar. En especial, en la ciudad de Chiclayo, capital de la región y núcleo del comercio. Los distritos de Chiclayo, La Victoria y Monsefú han tenido problemas de transitabilidad por la cantidad de baches presenten en sus vías, los cuales han originado problemas vehiculares y disminuyendo la calidad de viaje de la zona.

Por esos motivos, se analizaron otros trabajos relaciones al tema del presente informe, con el fin de orientar la investigación y obtener datos relevantes de otros autores que ya han estudiado el tema. Como es el caso de, Sierra y Rivas (2016) los cuales emplearon el modelo VIZIR y PCI para determinar la calidad de la capa superficial del tramo de la vía Al Llano, de modo que, se pueda implementar un plan de mejora de su transitabilidad. Del mismo modo, Curipoma (2016) empleó ambas metodologías para evaluar la vía Loja – Catamayo (E35), obteniendo un bajo grado de confortabilidad lo que indica una mayor probabilidad de accidentes y problemas de tránsito vehicular.

Por otro lado, en el País también se han realizado estudios sobre la influencia de metodología VIZIR y PCI para determinar el estado del pavimento flexible de las vías. Por ejemplo, el trabajo de investigación de Chicchón (2018), el cual tuvo como objetivo aplicar los modelos antes mencionados para evaluar la vía de Evitamiento Sur ubicada en el

departamento de Cajamarca. Asimismo, Bullón (2018) comparó ambas tecnologías con el fin de determinar el método con mayor eficiencia, obteniendo que, la metodología VIZIR es la más prácticas y presente mejor resultados que la PCI.

La variable independiente de este estudio es la “Condiciones Superficial del Pavimento Flexible”, la cual, se define como el estado de la capa de rodadura por las deformaciones y degradaciones debido a las fatigas provocadas por el flujo de vehículos o tránsito vehicular. Esta determina el grado de deterioro de la estructura y las zonas de rehabilitación para mejorar la calidad de viaje de la vía.

La variable dependiente es “La metodología VIZIR y PCI”, las cuales comprenden una serie de cálculos y medidas para determinar la calidad de la superficie de las carreteras de pavimentos flexibles. Estas, tienen rangos de clasificación de deterioros, de modo que, se puedan identificar los tipos de fallas y deformaciones presentadas en el trayecto de la vía.

Los resultados han demostrado que, la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, ha alcanzado una condición de calidad regular, para ambas metodologías aplicadas.

Así mismo, se ha concluido que en relación al índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, han demostrado que la calidad del pavimento ha sido de 51.97 puntos, demostrando de esta forma, que la calidad ha sido de nivel regular, generando afectaciones principalmente en el último tercio de tramo, con valores mínimos de 10 puntos de calidad y valores máximos de 90, aproximadamente.

El informe se presentó conforme a los siguientes capítulos: Planteamiento del problema, marco teórico, marco metodológico, desarrollo, resultados, conclusiones y recomendaciones.



Capítulo I. Planteamiento del problema: Corresponde a contar con un contexto internacional, nacional y local, acerca del problema de estudio, en el que se han abordado temas relacionados, con el problema general, el objetivo general, la justificación, los alcances, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

Capítulo II. Marco teórico: Se han considerado a los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, la definición de los términos básicos y las hipótesis.

Capítulo III. Metodología: Se ha expuesto el marco metodológico de la investigación, principalmente relacionado directamente con el diseño metodológico, las variables del estudio, la población y la muestra, las técnicas de investigación, el instrumento de recolección de datos y el procesamiento estadístico.

Capítulo IV. Desarrollo: Corresponde a la forma en la que se han desarrollado y obtenidos, los resultados de la investigación.

Capítulo V. Resultados: Está relacionado directamente con los datos que han sido procesados para poder responder el objetivo de investigación.

Conclusiones: Se ofrece una respuesta oportuna hacia los objetivos establecidos en la investigación.

Recomendaciones: Están relacionados directamente con lo aprendido en el desarrollo de la investigación, centrándose en mejorar la investigación del objeto de estudio y de las variables en sí mismas.

Fuentes de información: Citas en formato APA, con la finalidad de que se puedan respetar los derechos de autor.

Anexos: Están relacionados directamente con la información complementaria, que fundamenta la investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Situación problemática**

A nivel internacional, la aplicación de pavimento flexible en las carreteras y vías de acceso de transporte, ha tenido un impacto positivo dado sus múltiples beneficios, ya sea: bajo costo, rapidez de construcción, seguridad y confort del pasajero en el transcurso del viaje. Pero, en los últimos años, la cantidad de deformaciones y fisuras en los pavimentos ha ido incrementando por el desarrollo de la industria automotriz en el aspecto de las cargas de los vehículos pesados. Además, la descentralización energética y comercial de los países ha promovido el incremento del tránsito vehicular en zonas donde no existía un flujo de vehículo constante (Enríquez, 2015).

Todas esas variables, han provocado que los diseños de las estructuras viales sean evaluados para su conservación, mantenimiento y rehabilitación. Es por tal motivo, que la metodología VIZIR y PCI se han convertido en estándares para determinar la conservación de la superficie de los pavimentos flexibles, permitiendo extender el tiempo de vida de los proyectos de construcción civil. Más para las zonas de Latinoamérica, donde las calles sufren de baches y ahuellamientos a lo largo del trayecto vial (Murga y Zerpa, 2019).

A nivel nacional, la falta de mantenimiento a las vías principales del Perú ha provocado deformaciones, fisuras y degradaciones en los trayectos, siendo un total de 9600 km de carretera sin un correcto programa de mantenimiento

en los últimos años. Estas vías son: la carretera panamericana, la carretera longitudinal de la sierra y la longitudinal de la selva. Estas han sido construidas bajo una estructura de pavimento flexible, al igual que las vías de penetración de la zona nacional, y al igual que las líneas principales, la falta de mantenimiento a afectado su transitabilidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC 2013).

En la región vecina de La Libertad, alrededor del 27% de las vías no han sido pavimentadas, estando su mayoría ubicadas en la zona de Trujillo, en la zona costera del departamento. Estas carreteras, son unas de las de mayor tránsito vehicular, dado que, demanda una gran cantidad de transporte pesado y liviano. Aun así, el mantenimiento de estas vías es nulo hasta el grado de no tener pavimentación (Gobierno Regional de La Libertad, 2018).

La problemática de carreteras y avenidas pavimentadas en el Perú son perjudicadas por el escaso cuidado que estas obtienen, causando problemas en el transporte, que perjudican las zonas urbanas, causando elevados valores logísticos en la actividad económica. La ciudad de Chiclayo es una de las más grandes de Perú; en población, extensión y comercio. Sin embargo, a pesar de esto, el déficit de calles pavimentadas es muy alto. Los Distritos de La Victoria y Monsefú presentan serios problemas en sus pavimentos, esto genera que las vías sean menos seguras y que los vehículos se deterioren por la gran presencia de baches.

Los Gobiernos Locales de ambos distritos anteriormente indicados, no asignan presupuesto en el rubro de mantenimiento de vías lo que origina que la presencia de fallas en los pavimentos no se atiende de manera oportuna. Lo que genera un conflicto social, ya que los ciudadanos cansados de esperar una solución a esta problemática, realizan la labor de “reparación” de sus vías sin criterio técnico para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal.

La importancia a tener en cuenta de cada una de las ciudades, de las vías que representa para el desarrollo, debemos mantenerlas en excelente estado de conservación, por ende se acude a la intervención de métodos como es VIZIR (Inspección Visual de Daños y Carreteras) y el PCI (Índice de Condición del Pavimento), estas nos brindan un indicador numérico para establecer las

prioridades y necesidades de mantenimiento que necesiten, teniendo en cuenta las clases de calificación de los métodos antes mencionados, en cuanto menor sea su vida residual, mayor será su necesidad de rehabilitación.

## 1.2 Definición del problema

Ante lo mencionado anteriormente, se cuenta con la existencia de malas condiciones del pavimento analizado, en la visita de campo que se ha realizado, con la finalidad de realizar una evaluación preliminar del mismo. De igual forma, se puede señalar que la existencia de estas condiciones, ha generado que suela ser más susceptible la ocurrencia de accidentes de tránsito. Además, que eso conlleva a que la calidad del viaje y el confort, se vean afectados gravemente.

Esta tesis pretende analizar la condición superficial del pavimento:

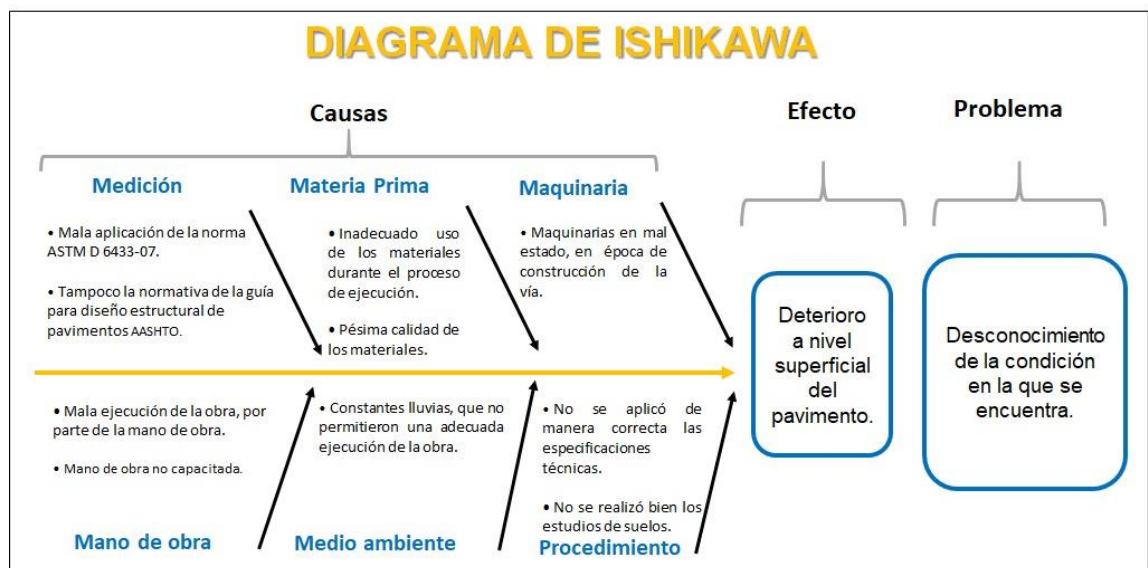


Figura 1. Diagrama de Ishikawa  
Elaboración los autores.

## 1.3 Formulación del problema

### 1.3.1 Problema general

¿Cuál es la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

### **1.3.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

¿Cuál es el índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

¿Cuál es la falla más representativa determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Evaluar el índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Identificar el índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Analizar la falla más representativa, determinada por la

evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

## **1.5 Justificación**

### **1.5.1 Importancia técnica**

La importancia técnica del presente estudio, radica en la idea de evaluar mediante metodologías establecidas, con el objetivo de analizar las condiciones en las que se ha encontrado el pavimento que ha conformado el objetivo de estudio, hasta el punto de poder detectar los tipos de fallas hallados y poder ofrecer información, respecto a un posible planteamiento de soluciones de recuperación del pavimento.

### **1.5.2 Importancia social**

El aporte social que ha tenido la presente investigación, radica en el hecho de que los resultados hallados, han contado con la capacidad para poder servir en cuanto a la posibilidad de plantear métodos de recuperación del pavimento. Así mismo, esto conllevará a que se mejora la calidad del mismo, ofreciendo un nivel de tránsito eficiente y, por ende, una mejora en la sociedad, en cuanto a un mayor confort, seguridad y disminución de costos en el mantenimiento de sus vehículos. Además de ello, cabe señalar que la población beneficiaria, concentra a la cantidad de personas que habita el distrito de La Victoria y el distrito de Monsefú, en el que la población beneficiaria en el distrito de Chiclayo, sería de 552 508 personas; mientras que, los correspondientes al distrito de Monsefú, sería de 45 000 personas (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

## **1.6 Alcances y limitaciones**

### **1.6.1 Alcances de la investigación**

La presente investigación, tiene como alcance brindar información precisa de la condición superficial en el que se

encuentra la vía en estudio.

### **1.6.2 Limitaciones de la investigación**

En cuanto a limitaciones de la vía en estudio siendo una vía importante de acceso para la población que une los distritos de La Victoria y Monsefú, presenta un tráfico alto que dificulta el trabajo de la toma y recolección de datos, fotografías e involucra estar propenso a accidentes.

### **1.7 Viabilidad de la investigación**

Esta investigación es viable porque se cuenta con los recursos necesarios para su adecuado desarrollo, que son: fuentes de información, herramientas y equipos de medición. Finalmente, se ha contado con el acceso no solo hacia la información, sino hacia el objeto de estudio. Esto ha conllevado a que la investigación pueda ser llevado a cabo, sin ningún inconveniente de por medio, por parte de elementos externos.

Además de ello, se ha contado con el apoyo del consultor del proyecto, en cuanto a la facilidad de acceso a los planos y demás detalles constructivos o inconvenientes que este ha podido percibir en campo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **Internacionales:**

**Amaya y Rojas (2017)**, en su investigación titulada “Análisis Comparativo Entre Metodologías Vizir Y Pci Para La Auscultación Visual De Pavimentos Flexibles En La Ciudad De Bogotá” se ha planteado como objetivo general, el analizar de forma comparativa, las metodologías VIZIR y PCI, mediante la auscultación visual, en donde el pavimento flexible ha sido considerado como objeto de estudio. El tipo de investigación ha sido el cualitativa, con un diseño descriptivo y no experimental, en donde la evaluación del pavimento, ha sido determinado con la aplicación de metodología de PCI y VIZIR. Los resultados han señalado que la calidad en ciertos tramos del pavimento, ha sido de tipo mala, en donde los carriles 1 y 2, han generado la necesidad obligada de poder desarrollar estrategias de mitigación, para mejorar la capacidad de carga del pavimento mismo. Esto ha llevado a la conclusión de que, los tramos de calzada, no han gozado de ofrecer una calidad de servicio, en cuanto a comodidad y seguridad, generando de igual forma, una afectación hacia los usuarios.

**Coy (2018)**, en su investigación titulada “Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52<sup>a</sup> a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI”, se ha planteado como objetivo general, el analizar la



calidad del pavimento flexible, de las calles 134 y la carretera 52<sup>a</sup> a 53c, mediante el método PCI y VIZIR. El tipo de metodología ha sido el aplicado, con un diseño descriptivo, en el que se ha contado con un total de 137 unidades de muestra. Los resultados han demostrado que la falla principal ha sido el desprendimiento de los agregados, relacionado directamente con la capacidad que ha tenido este, para poder soportar las condiciones de intemperie o principalmente, de la calidad de los agregados empleados. En base a lo señalado, se ha concluido que, la calidad del pavimento ha sido deficiente, teniendo que haber planteado medidas de restauración de este.

**Ghouse et al. (2017)** en su investigación titulada “Failures in Flexible Pavements and Remedial Measures”, los autores se han planteado como objetivo general, el determinar la mejora del pavimento, en una carretera determinada, con la finalidad de mejorar la calidad de la superficie, para que los vehículos puedan transitar de forma segura, en cuanto a la clasificación de estas y el establecimiento de factores determinantes. El tipo de metodología que se ha empleado, ha sido el aplicativo, con un diseño descriptivo, en el que se ha realizado la evaluación del pavimento, mediante la aplicación de fichas de observación, con la finalidad de realizar una evaluación óptima al pavimento. Los resultados han señalado que la calidad del pavimento, se ha encontrado afectada, por la cantidad y el periodo de tráfico del cual se ha gozado, generando de esta forma fallas de la clase A y clase B, de acuerdo a la metodología VZIR. En cuanto a ello, se ha podido concluir que la calidad de las fallas, ha generado una afectación de gravedad y de forma superficial, a distintos tramos del pavimento, conllevando a que se puedan desarrollar una propuesta para mejorar el estado actual del mismo.

**Guaranda (2017)**, en su investigación titulada “Análisis Comparativo De Los Métodos Vizir – Pci Aplicada En Pavimento Flexible Vía Jipijapa – La Mona, Cantón Jipijapa”, se ha planteado como objetivo general, el analizar de forma comparativa, los métodos VIZIR y PCI, con la finalidad de que se pueda alcanzar la determinación de la calidad del pavimento flexible, de la zona de Jipijapa. El tipo de metodología, ha sido el aplicado, con un diseño descriptivo, en el que se ha contado con un total de 147 unidades de muestra. Los resultados han demostrado que la obtención de los resultados, ha permitido

señalar que la propuesta de intervención se ha centrado de forma preferente, en las condiciones del pavimento mismo. Así mismo, se ha concluido que la calidad del pavimento, se ha visto mermada por la cantidad de los años que se ha mantenido en uso.

**Peraza (2016)**, en su investigación titulada “Evaluación de un tramo de la carretera rural Santa Clara entronque Vuelta aplicando el método "Pavement Condition Index" y los métodos cubanos”, se ha planteado como objetivo general, el evaluar un tramo de carretera rural, ubicado en Santa Clara, mediante el método de PCI, y los métodos urbanos. El tipo de investigación ha sido el aplicado, con un diseño descriptivo, en el que se ha recurrido a la aplicación de las fichas de observación, en donde se ha podido evidenciar la mala calidad del pavimento, mediante una inspección visual de este. Los resultados han señalado que, el pavimento cuantificado, ha contado con una proyección de pavimento estandarizado de tipo estándar, en donde se ha podido señalar que la cantidad de fallas superficiales, ha conllevado una afectación grave, en cuanto a la calidad global del mismo. En base a ello, se ha concluido que los métodos recomiendan el desarrollo de estrategias de mitigación y mejora de la calidad total.

**Sierra y Rivas (2016)**, en su investigación titulada “Aplicación Y Comparación De Las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación Y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) En La Upz Yomasa”. Los autores se han planteado como objetivo general, el analizar la aplicación y comparación de las diferentes metodologías del diagnóstico para la conservación y el mantenimiento del tramo PR 00+000- PR 01+020. El tipo de metodología ha sido el aplicado, con un diseño descriptivo, en el que se ha recurrido a la aplicación de una ficha de observación, con la finalidad de conocer la calidad en la que se ha encontrado el pavimento evaluado. En base a ello, los resultados han señalado que, los parámetros de la metodología VIZIR y PCI, ha demostrado que la capa de rodadura asfáltica, ha contado con una condición de nivel medio a bajo. En base a ello, se ha podido concluir que, la fórmula pre establecida para ambos tipos de metodología, ha conllevado a que se pueda alcanzar la determinación de forma eficiente, de la calidad del

pavimento.

### **Nacionales:**

**Bullón (2018)**, en su investigación titulada “Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima – 2018” se ha planteado como objetivo general, el analizar de forma comparativa, las metodologías PCI y VIZIR, en cuanto a la evaluación del pavimento flexible, con la finalidad de poder establecer una determinación del método más eficaz. Así mismo, el tipo de investigación ha sido el cualitativa, con un diseño no experimental, en el que se ha desarrollado un análisis comparativo documental, y por medio del instrumento ficha de observación, con la finalidad de poder comprender la realidad del pavimento tomado como objeto de estudio y por ende, la evaluación de ambos tipos de metodologías. Así mismo, los resultados han señalado que la calificación que ha sido obtenido por la aplicación de las metodologías especificadas anteriormente, ha alcanzado un valor de 39.61 y de 30.80, en promedio tanto para el lado izquierdo, como para el lado derecho. En base a ello, se ha podido concluir que, las fallas existentes, han sido las de Tipo A, Tipo B y el método de VIZIR ha alcanzado una aplicación más práctica, en comparación al método PCI, el cual tiende a ser más complejo.

**Cárdenas (2016)**, en su investigación titulada “Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Pavimento Flexible, Para Obtener El Índice De Integridad Estructural Del Pavimento Flexible Y Condición Operacional De La Superficie De Rodadura De La Avenida Carlos La Torre Cortéz, Distrito De Huanta, Provincia De Huanta, Región Ayacucho – agosto 2016”, se ha planteado como objetivo general, el determinar y evaluar la condición del pavimento, ubicado en la Avenida Carlos La Torre Cortéz. El tipo de investigación ha sido la aplicada, con un diseño no experimental, en el que se ha contado con una longitud de evaluación de 500 metros, en los que la calidad estructural, de acuerdo a la metodología PCI, se ha contado con un total de 34 puntos. En base a ello, se ha concluido que, la calidad del pavimento ha sido malo, indicando la necesidad de aplicar medidas de restauración.

**Chicchón (2018)**, en su investigación titulada “Aplicación De Las Metodologías Pci Y Vizir En La Evaluación Del Estado Del Pavimento Flexible De La Vía De Evitamiento Sur De La Ciudad De Cajamarca”. El autor se ha planteado como objetivo general, el analizar la aplicación de la metodología PCI y VIZIR, con la finalidad de alcanzar a evaluar el estado del pavimento flexible, en cuanto a la vía de evitamiento sur de la ciudad de Cajamarca. El tipo de investigación ha sido el aplicativo, en donde se han analizado los dos carriles que han conformado a la carretera, recurriendo a la metodología PCI, recogiendo muestras cada 35 metros, y el método VIZIR, recolectando muestras cada 100 m. En base a ello, los resultados han demostrado que la calidad del pavimento, ha alcanzado el nivel de regular, en donde los valores comprendidos han sido de 46.40 y de 3.50. Así mismo, se ha concluido que la falla más representativa, ha sido al desprendimiento del agregado, en donde se ha recomendado la reparación inmediata de la carpeta asfáltica, con la finalidad de evitar la pérdida de capacidad del área de estudio.

**Morales (2019)**, en su investigación titulada “Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca”, se ha planteado como objetivo general, el comparar los métodos del PCI y del VIZIR, en cuanto a las fallas del pavimento flexible, encontradas en la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca. El tipo de investigación ha sido la cualitativa, con un diseño no experimental, en el que se ha recurrido a la valoración del estado del pavimento, con la finalidad de poder establecer no solo la calidad total, sino el tipo de fallas presentes. Los resultados han demostrado que las unidades de muestreo alcanzadas, ha sido de 45 unidades, en los que se ha contado con la evaluación de más de 1400 metros lineales, en donde la calidad por el método PCI ha sido buena en un 76% y la del método VIZIR ha sido muy buena, en un 91%. Así mismo, se ha concluido que, la intervención del tratamiento superficial ha correspondido a recurrir a una mejora de la calidad del pavimento, por medio del tratamiento del Slurry Seal.

**Murga y Zerpa (2019)**, en su investigación titulada “Determinación Del Estado De Conservación Superficial Del Pavimento Flexible Aplicando Los Métodos Del Pci Y Vizir En La Avenida Costa Rica Y Prolongación César

Vallejo, Trujillo”, se han planteado como objetivo general, el determinar el estado de conservación superficial, del pavimento flexible, en donde los métodos del PCI y VIZIR, de la avenida Costa Rica y prolongación Cesar Vallejo, de Trujillo. El tipo de investigación ha sido el aplicativo, con un diseño descriptivo, en el que se ha considerado a dos metodologías de evaluación, siendo los métodos establecidos anteriormente, en donde la recolección de datos ha sido asumida, por la ficha de observación. Además, los resultados han indicado el hecho de que el estado de conservación del pavimento, se ha encontrado en niveles bajos, en donde la severidad de las afectaciones, ha conllevado a que las fallas generen la aplicación de métodos de mejora de las condiciones, tanto superficiales, como de reemplazo total del pavimento. Así mismo, se ha concluido que el método del PCI, conlleva a la determinación y clasificación de las fallas del pavimento, con un mayor grado de efectividad.

**Porta (2016)**, en su investigación titulada “Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR) en la avenida mariscal castilla, tramo: fundo el porvenir -La Victoria”, se ha planteado como objetivo general, el determinar y comparar la condición del pavimento, recurriendo a la metodología PCI y VIZIR, en la zona de la Avenida Mariscal Castilla. El tipo de investigación ha sido el aplicado, con un diseño descriptivo, en el que se ha contado con una totalidad de 48 unidades muestrales, de aproximadamente dos carriles y con 167 metros de longitud cada una. Los resultados han demostrado que la calidad del pavimento, de acuerdo a la metodología del PCI, ha demostrado haber sido malo, con un indicador del 39.35 puntos. Mientras que, la calidad, de acuerdo a la metodología VIZIR, ha sido bueno, en un 1.38. En base a lo determinado, se ha podido concluir que el lado izquierdo del tramo analizado, ha sido el más afectado por las condiciones climáticas y la falta de medidas de restauración.

**Tacza y Rodríguez (2018)**, en su investigación titulada “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”, se han planteado como objetivo general, el evaluar las fallas mediante el método del PCI, considerando el

planteamiento de alternativas de solución, con la finalidad de mejorar la condición de operatividad del pavimento flexible en el carril segregador del corredor Javier Prado. El tipo de investigación ha sido el aplicativo, con un diseño descriptivo, en el que se han considerado un promedio de 18 unidades muestrales, con una longitud promedio de 828 metros de longitud. Así mismo, los resultados han evidenciado la necesidad que se ha tenido de implementar medidas de intervención con suma urgencia, con la finalidad de que se haya podido alcanzar a mejorar las condiciones de calidad, en cuanto a que las fallas registradas, han involucrado, un promedio de 300 metros cuadrados de influencia. Además, se ha llegado a la conclusión que, la falla más representativa ha sido la degradación de los agregados, en cuanto a la posibilidad de que estos, puedan ser compensados, mediante el reparcho en frío de los tramos dañados.

## **Locales**

**Loayza y Benites (2019)**, en su investigación titulada “Evaluación del Pavimento Flexible Mediante Métodos Del Pci y Vizir en el Tramo de La Carretera de Monsefú - Puerto Etén”, se ha planteado como objetivo general, el evaluar el pavimento flexible, mediante los métodos del PCI y VIZIR, en el tramo de carretera de Monsefú y Puerto Etén. El tipo de investigación ha sido el aplicativo, con un diseño descriptivo, en donde se ha recurrido a la ficha de observación, para la recolección de datos. Los resultados han señalado que, se ha obtenido un índice superficial de 3.97%, en cuanto a la calidad total del pavimento, en donde el valor de la calificación, se ha encontrado entre el 40 – 25. Asimismo, se ha podido concluir que, el índice superficial del pavimento, por el método PCI, ha sido de malo y por el método VIZIR ha sido de regular.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Definición de pavimento**

Según el MTC (2018), los pavimentos son un tipo de estructuras de superficie lisa, la cual, ha sido construida sobre la capa subrasante del camino o vía de transporte. Esta tiene la función de distribuir esfuerzos por el área de la subrasante, esfuerzos que han sido originados por el peso de los vehículos. Además, tiene la función de soportar de forma inmediata los efectos

del tránsito, para así incrementar el factor de seguridad de la estructura. Está constituida de forma general por las posteriores capas: capa de rodadura, base y sub-base. Además, se explica que los pavimentos son una estructura de varias capas construidas encima de otras tres capas, las cuales son: capa base, sub-base y rodadura.

Además de lo señalado, se ha podido señalar que los pavimentos son considerados como un conjunto de paquetes estructurales, que se encuentran compuestos, directamente con un conjunto de capas, que se encuentran súper supuestas entre sí, de forma horizontal, con la finalidad de que estas puedan ser diseñadas y construidas de forma apropiada, en cuanto a la consideración de los materiales. Además de ello, cabe señalar que las cargas que son consideradas para este fin, son las cargas repetitivas, en cuanto a la posibilidad de que estos transmitan afectaciones al pavimento, durante el periodo de vida, para la cual ha sido diseñado (Amaya y Rojas, 2017).

Dentro de las clasificaciones de los pavimentos que se pueden encontrar, se hayan aquellas que dependen del paquete estructural, de forma preferente, en donde los componentes principales, exponen que el comportamiento y la forma en la que este se distribuye, corresponde a la capacidad que se tiene, para poder distribuir las cargas, sobre la totalidad de la carpeta de rodadura, en cuanto a la capacidad para que el terreno de fundación, pueda asumir la totalidad de la carga, sobre la sub rasante, en donde el comportamiento, genera la clasificación de pavimento rígido y pavimento flexible (Amaya y Rojas, 2017).

## **2.2.2 Tipos de pavimento**

### **2.2.2.1 Pavimento flexible**

Según MTC (2014), explica que un pavimento flexible se realiza en zonas de abundante tráfico, por eso está constituida por dos capas granulares, que hace referencia a la capa base/sub – base, y una capa de rodadura. Esta, consiste en una carpeta compuesta con materiales bituminosos y aditivos.

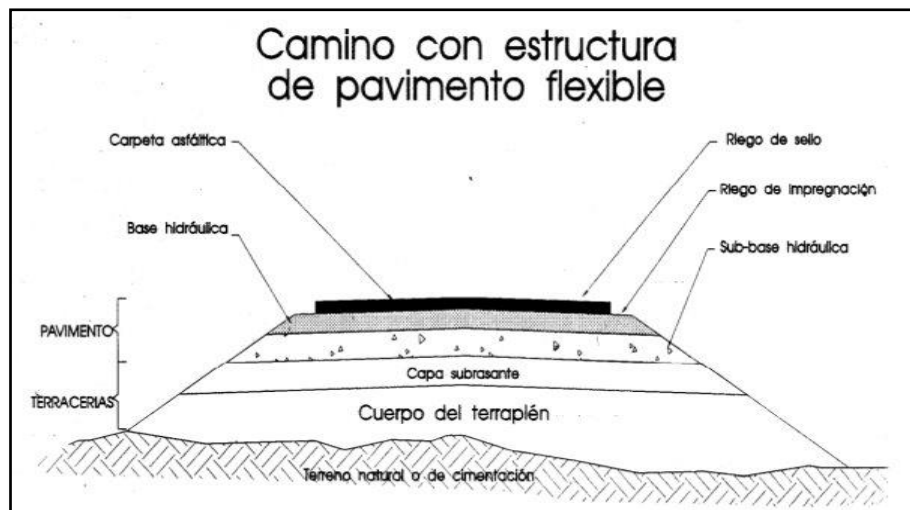


Figura 2. Partes del pavimento flexible  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Los pavimentos flexibles, son aquellos que se caracterizan por contar con una carpeta de rodamiento, en donde el concreto de cemento asfáltico, cuenta con haber sido apoyado, en dos tapas de forma rígida, las cuales se han encontrado definidas por la base y la sub base. Además de lo señalado, Amaya y Rojas (2017) exponen que, dentro de la estructura del pavimento, se puede prescindir de la consideración de la sub base con la base, de acuerdo a los requerimientos del pavimento, en donde la alta flexibilidad del mismo, expone la necesidad de que la carpeta superficial, la carga de tránsito, puedan llegar a ser relativamente concentradas en un punto determinado (Amaya y Rojas, 2017).

En base a lo expresado, la sub rasante, puede ser, por ende, aquella capa que se debe de enfocar directamente en ofrecer soporte de cargas impuestas, de igual forma, con todas aquellas capas que se encuentran diseñadas y construidas sobre esta. Además de ello, se puede llegar a la conclusión que la carpeta de asfalto, no cuenta con la posibilidad de absorber la totalidad de la carga alcanzada, sino que se llega a requerir de una mayor cantidad de capas, distribuidas de forma intermedia, con la finalidad de que la carpeta de rodadura y la sub rasante, cuenten con la posibilidad de ofrecer soporte a la investigación y al planteamiento ofrecido (Amaya y Rojas, 2017).

Además de lo expuesto, el pavimento flexible suele contar con



un tiempo de vida útil, en promedio de 15 años, dentro de los cuales se contará con la incorporación de requerimientos periódicos, en donde al costo de mantenimiento, tiende a reducir la inversión en reparación que se deberá de alcanzar.

### 2.2.2.2 Pavimento rígido

Tipo de estructura conformada son subrasante, sub-base y losa de concreto. Con un agregado de aglomerante compuesto de cemento hidráulico y aditivos. Este tipo de pavimento es fabricado con concreto y clasificado en tres categorías: con refuerzo continuo, con juntas y simple con juntas. Además, MTC (2014) indicó como está conformado por una capa granular o estabilizada con cal, la cual se posiciona como de subbase, también empleando cemento como material estabilizador.



Figura 3. Partes del pavimento rígido  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Este llega a ser otro tipo de pavimento, el cual suele caracterizarse, por contar con una carpeta de rodadura, que se encuentra conformada por una losa de concreto de tipo hidráulico, en donde se conlleva a denominar como pavimento rígido, el cual se ha centrado en absorber de forma preferente las cargas de los vehículos que han sido incorporadas, en comparación a los pavimentos flexibles, cuyas cargas suelen encontrarse de forma tal, que la carga suele ser puntual. Haciendo una relación y comparación entre el pavimento flexible y el pavimento rígido, se señala el

hecho de que el pavimento flexible suele contar con un nivel de mantenimiento mucho mayor, en comparación al señalado anteriormente (Amaya y Rojas, 2017).

Además, debido a las condiciones de rigidez de la estructura señalada, es que la distribución de las cargas, suele ser por área, por ese motivo es que solo se llega a requerir de una base granular, que tenga la capacidad para poder soportar los elementos de soporte que se han visto aplicados sobre los mismos. Además, cabe señalar que el gran aporte de homogeneidad que se suele alcanzar, expone que los esfuerzos internos de la losa, suelen producir un efecto adverso, en cuanto a las cargas y las condiciones climáticas, de preferencia (Amaya y Rojas, 2017).

### **2.2.2.3 Pavimento mixto**

En comparación con los anteriores tipos antes mencionados, este pavimento es un compuesto de capas asfálticas en caliente o bituminoso, menciona MTC (2014). También denominado pavimento semirrígido, puede ser modificada con carpetas conformadas por una base compuesta de cal tratada o cemento.

Este tipo de pavimento, tiende a representar a los pavimentos articulados, en donde la estructura que suelen guardar, se asemeja a la de los pavimentos flexibles, en donde la distribución de las cargas, también suele ser por área. Mientras que la diferencia de estos, ha sido que las capas se han encontrado rigidizadas de forma artificial, con cualquier tipo de aditivo, tales como: el asfalto, el cemento, la cal, la emulsión o los productos químicos, los cuales suelen conllevar a alteraciones significativas, dependiendo de la incorporación de los mismos, en plena estructura y propiedad de este. Por este mismo motivo, es que una de las principales recomendaciones que pueden ser ofrecidas, radica en la selección de materiales de adecuada condición, en donde la calidad ha resultado haber sido elemental, para que se pueda alcanzar una capacidad de carga que pueda demostrar la resistencia de este paquete estructural, ante la afectación de los diferentes tipos de carga, variado de forma significativa, el costo de construcción (Amaya y Rojas, 2017).

Los pavimentos que suelen ser de tipo articulados, suelen

estar compuestos por una capa de rodadura, la cual se encuentra elaborada por bloques de concreto fabricados, los cuales son también llamados como adoquines de concreto, los que suelen estar determinados por espesores de tipo uniformes, en donde la carpeta superficial, puede estar colocada de forma preferente, por una capa delgada de arena, la cual tiene la capacidad de rellenar los espacios vacíos que se encuentran formados, entre los adoquines de concreto. Al establecer la cantidad de capas existentes, es que se puede contar con una frecuencia de cargas mucho mayor que los pavimentos flexibles y la función de la calidad de los mismos elementos, suele exponer el hecho de que las cargas en sí mismas, pueden alcanzar a contar con mayores requerimientos de masa (Amaya y Rojas, 2017).

### **2.2.3 Etapas en los pavimentos**

Durante su tiempo de servicio y de vida los pavimentos se clasifican en 3 periodos, la cuales son:

#### **a) Diseño y construcción**

Según Amaya y Rojas (2017), citando al MTC (2013), la compilación de información en campo y en oficina, es el primer paso para la construcción y diseño de cualquier tipo de pavimento. Esta compilación abarca la indagación de información apta, calidad de materiales, análisis de tráfico y otras fases precisas para el diseño.

#### **b) Mantenimiento**

Según Peraza (2016), citando al MTC (2013), son actividades, trabajos y cuidados periódicos o de emergencia, realizadas para mantener el estado óptimo de la vía, mediante protocolos establecidos por la normativa vigente. El objetivo de un programa de mantenimiento es preservar la seguridad de los usuarios, incrementar el flujo de tránsito eficiente, prevenir accidentes y posibles fallas. Otro motivo, es para cumplir con el ciclo de vida del proyecto, estimado en el expediente técnico de la vía.

#### **c) Rehabilitación**

Según Chicchón (2018), citando al MTC (2013), esta etapa consiste en la ejecución de actividades orientadas al reforzamiento de las zonas más débiles o

propensas al daño, del pavimento. Para eso, se hace un estudio exhaustivo de las posibles fallas en el trayecto de la vía y se programan acciones de rehabilitación. El fin de esta actividad, es asegurar las condiciones de construcción del proyecto, extender el tiempo de vida del mismo y asegurar la funcionalidad de la vía.

- **Refuerzo**

Corresponde a aquella metodología que se centra en considerar la instalación de una capa superior, el cual cuenta con un espesor de tipo determinado, con la finalidad de que se pueda compensar las carencias significativas de la capa del pavimento que ha sido degradada, con el pasar del tiempo.

Además de ello, dentro de los beneficios esperados, en cuanto a la capacidad estructural de un pavimento, es que los procesos de corrección de las degradaciones superficiales, pueden traer como consecuencia, el hecho de que se pueda alcanzar a cumplir la función de indispensabilidad del mismo, en donde la selección de los materiales, deberá de cumplir con las condiciones mínimas de exigencia, en miras de que los espesores no solo se encuentren de forma adecuada, sino que pueda conllevar a contar con la saturación de carga y aún se suela guardar la resistencia, sin afectaciones de tipo significativas. (Bullón, 2018)



Figura 4. Mallas de refuerzo del pavimento  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

## •Reciclado

Dentro del reciclado, se puede señalar de la existencia de siete etapas de forma principal, siendo las siguientes:

Reciclado en planta en caliente

Reciclado en el sitio

Reciclado superficial en caliente

Reciclado en frío en el sitio

Reciclado en frío con conglomerados hidráulicos

Reciclado mixto en frío en el sitio

Este proceso, se centra en que la superficie del pavimento, deberá de pasar, en lo posible, por una serie de tratamientos y de procesos de reutilización, con la finalidad de que se pueda obtener la calidad suficiente, como para mantener su uso, con el pasar de los años, en donde las metodologías que han sido aplicadas, influyen directamente sobre la capacidad estructural del mismo pavimento, centrándose principalmente en la posibilidad de que se mejora la calidad total del mismo y pueda soportar las exigencias de requerimiento estructural que la aplicación de cargas aún suele exponer.

Además de lo señalado, se puede especificar que el proceso de reciclado, suele ser muy empleado al día de hoy, debido a que los municipios, quienes son los que más aplican estos métodos, pueden alcanzar a contar con reducciones de costo, significativas, centrándose principalmente en que la superficie, deberá de mantener la calidad mínima necesaria, para evitar de esta forma, la pérdida de la calidad y el mantenimiento de la funcionalidad (Bullón, 2018)



Figura 5. Proceso de reciclado del pavimento  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

### • **Reconstrucción**

Asimismo, cuando no se ha podido desarrollar ninguna estrategia de reparación o de mantenimiento, es que el paso siguiente a lo expuesto, ha sido la reconstrucción, mediante la cual se toma en cuenta un grado de afectación grande, generando de esta forma, la imposibilidad que se tiene para poder alcanzar a contar con un índice de deterioro superficial elevado

Además de ello, cabe señalar que los procesos que pueden ser desarrollados, se encuentran enlistados a continuación:

Reconstrucción del pavimento flexible

Reconstrucción del pavimento semiflexible o también denominado como pavimento semirrígido

Reconstrucción del pavimento de tipo rígido

Reconstrucción blanca



Figura 6. Reconstrucción del pavimento  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

## **2.2.4 Metodología PCI (Índice de condición del pavimento)**

### **2.2.4.1 Reseña histórica**

El método PCI (Pavement Condition Index), fue desarrollándose en el continente norteamericano, en tierras estadounidenses entre los años 1974 y 1976, llevado a cabo por 3 ingenieros que formaban parte del Grupo de Ingeniería de la Fuerza Aérea. Estos hombres fueron Mohamed, Y., Michael, L. y Starr, D. (Morales, 2019).

### **2.2.4.2 PCI (Índice de condición del pavimento)**

Empleado para la evaluar y calificar la capa superficial de los diferentes tipos de pavimentos, ya sea rígido, mixto o flexible. Representa las fallas que se presentan y las degradaciones superficiales, a través de indicadores numéricos. (ASTM, 2014). Este método aprueba de forma precisa brindar la condición superficial del pavimento, ya que abarca bastantes patologías y tipos de fallas, estas se manifiestan de acuerdo al entorno en el que son originadas, su procedimiento de evaluación es sencillo y accesible a cualquier usuario especializado en el área de pavimentos. (Murga y Zerpa, 2019).

Por otro lado, la condición de la capa superficial se manifiesta en valores numéricos, que cambian desde el cero (0), para pavimentos con daños o en mal estado y pavimentos en perfectas condiciones que van hasta cien (100) ya que es el máximo valor. Mostrándose en la siguiente tabla:

Tabla 1: Rangos de clasificación del PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</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: Amaya y Rojas (2017)

### 2.2.4.3 Tipos de daños

Los tipos de deterioro, que estudia el método PCI, serán destinados a una numeración para una rápida identificación. Mostrándose en la siguiente tabla:

Tabla 2: Tipos de falla para el pavimento flexible

<b>N°</b>	<b>TIPO DE DETERIORO</b>	<b>UNIDAD DE MEDICIÓN</b>	<b>N°</b>	<b>TIPO DE DETERIORO</b>	<b>UNIDAD DE MEDICIÓN</b>
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parcheo	m2
2	Exudación	m2	12	Pulimiento de agregados	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und
4	Abultamientos y hundimientos	ml	14	Cruce de vía férrea	m2
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2
7	Grieta de borde	ml	17	Grieta parabólica	m2
8	Grieta de reflexión de junta	ml	18	Hinchamiento	m2
9	Desnivel de carril / berma	ml	19	Desprendimiento de agregados	m2
10	Grietas longitudinales y transversales	ml			

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

### 2.2.4.4 Procedimiento de la evaluación de la condición de un pavimento con el método PCI

El procedimiento de evaluación comprende una serie de etapas, comenzando con el análisis del expediente de trabajo de la información levantada en campo. Este expediente especifica las fallas considerando su clase, extensión y severidad de cada uno de ellos. La etapa siguiente corresponde al cálculo de los indicadores de la evaluación, de acuerdo a los parámetros brindados por el método.



La evaluación se desarrolla según el tipo de degradación de la superficie. Esta degradación se puede clasificar en los siguientes tipos, teniendo: depresión, fisuras en bloque, abultamientos, corrugación, piel de cocodrilo y hundimientos. Mientras el daño ocasionado a la superficie sea más profundo y crítico, la modificación y rehabilitación de la zona será más severo. El nivel de criticidad que presenta el daño se determina en función de la progresión del mismo.

De este modo, para determinar el grado de severidad de la calidad del viaje, es necesario evaluar la percepción del pasajero o usuario en el transcurso de su recorrido a velocidad normal. Los parámetros necesarios para el estudio son:

- L: se distinguen oscilaciones en el transporte (ejemplo: puede ser grietas de borde), la baja rapidez en favor del confort no es necesario.
- M: las oscilaciones del transporte incrementan en comparación con L, tomándose como oscilaciones significativas. Por lo que, se requiere una disminución de la rapidez en favor del bienestar del pasajero y su comodidad. Los hundimientos o abultamiento son las fallas que más han generado un rechazo significativo al usuario, creando molestia y fastidio.
- H: las oscilaciones o vibraciones en el transporte son muy desmedidas que debe bajar la rapidez de forma significativa a favor del confort y comodidad.

Siendo, las orientaciones o vibraciones de transporte bajas (L); media (M) y alta (H). Se realiza la evaluación, el cual se registraron los datos en campo, de acuerdo al tipo de pavimento que presenta, llenándose con el formato adecuado.


Mostrándose en la siguiente:

Tabla 3: Clase de daños del método PCI

N°	Daño	Medida	Descripción
1	Piel de cocodrilo	m2	Cuando la superficie del pavimento flexible presenta grietas en forma de polígonos irregulares los mismos que se encuentran interconectados unos con otros. A esta falla se le denomina piel de cocodrilo, cuyo lado del polígono es hasta 0.6 m de longitud.
2	Exudación	m2	Consiste en una franja hecha con material bituminoso obtenido de la mezcla, que se extiende a lo largo de la superficie de una determinada área del pavimento. Se identifica por la formación de una película continua ligante, también llamada film dotándole un aspecto brillante. Además, la rugosidad de la superficie tiende a tornarse lisa con un efecto resbaladizo, y en mayoría de casos llega a ser pegajosa en tiempos de calor.
3	Fisuras en bloque	m2	Cuando la zona existe variaciones bruscas de temperatura debido a la rigidez y contracción del asfalto se producen fallas en áreas similares a un rectángulo de diversas dimensiones a este tipo de falla se le denomina fisuras en bloque.
4	Abultamiento y hundimientos	ml	Son fallas que alteran el perfil del pavimento con elevaciones o depresiones pequeñas, que altera el perfil de la vía. Los hundimientos generalmente penetran por debajo de las rasantes provocando estancamiento del agua. Estos estancamientos son un peligro para los usuarios aparte del deterioro del pavimento.
5	Corrugación	m2	La corrugación se caracteriza por tener forma de onda, dado que, está conformada por las proporciones geométricas características de las mismas, como: cimas, y asentamientos. Estas crestas están próximas y suelen tener un espaciado regular de aproximadamente 3m a lo largo de la estructura.
6	Depresión	m2	Cuando la capa de rodadura del pavimento presenta en su parte superficial un nivel inferior a las áreas del pavimento adyacentes se denomina depresión del pavimento.
7	Fisura de Borde	ml	Son fisuras ubicadas en el borde del pavimento, específicamente en la calzada y tiene una tendencia a propagarse de manera longitudinal. Su orientación es paralela al borde de la estructura, con una distancia de separación en el rango de los 30 a 50 cm. Esta depende directamente de la cantidad de carga de tránsito distribuida en la superficie del pavimento, aumentando su propagación debido a la disminución de la base encontrada en la zona cercana al borde. Otros factores de desintegración son las condiciones climáticas, dado que, pueden ocasionar peladuras en la zona descrita anteriormente.
8	Fisura Longitudinal y Transversal	ml	Las fisuras que se presentan en ejes paralelos al eje de la vía se denominan fisuras longitudinales. En cambio, las fisuras que se presentan en el eje transversal se denominan fisuras trasversales.
9	Parches	m2	Un parche es un reemplazo con material nuevo de una determinada área del pavimento que se encuentra en mal estado, con el fin de rehabilitar la zona dañada para que cumpla con los parámetros de seguridad y exigencia normativa.
10	Baches	und	Es la desintegración de la capa de rodadura, provocando la formación un hueco o cavidad con bordes irregulares. Mayormente, los baches son clasificados como degradaciones de forma circular, que posee un diámetro menor a 750 mm.
11	Hinchamiento	m2	El hinchamiento es un abultamiento que se encuentra ubicado en la zona de la superficie del pavimento. Se caracteriza por alterar el perfil de la carretera, dado que, poseen una forma ondular con dimensiones largas y graduales, con una longitud mayor a 3 m..
12	Ahuellamiento	m2	Es una cavidad o depresión longitudinal continuo que se extiende a lo largo de la vía. El foco de concentración para la aparición de estas deformaciones ocurre específicamente por los lugares de mayor tránsito, por la regular frecuencia de cargas que sobrepasan el esfuerzo del material de diseño.
13	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	Es ocasionada por la pérdida del ligante asfáltico desintegrada en la zona superficial de la estructura vial. Por otro lado, la separación del agregado pétreo, se refiere las partículas de agregado que están sueltas sobre el área de desintegración, o han sido removidas.

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Tabla 4: Hoja de registro para evaluación PCI

<b>UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</b>									
									
<b>FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)</b>									
Nombre de la vía:					Tramo:				
Evaluado por:					Ancho de vía:				
Fecha:					Long. Unidad:				
Absisa inicial:					Área de la muestra				
Absisa final:					Lado de vía:				
1. Grieta piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. Ahuellamiento			
2. Exudación de asfalto			9. Desnivel carril 1 berma			16. Desplazamiento			
3. Agrietamiento en bloques			10. Grietas longitudinales y transversales			17. Grieta parabólica			
4. Abultamientos y hundimientos			11. Parcheo			18. Hinchamiento			
5. Corrugación			12. Pulimiento de agregados			19. Desprendimiento de agregados			
6. Depresión			13. Huecos						
7. Grieta de borde			14. Cruce de vía férrea						
<b>FALLAS EXISTENTES</b>									
TIPO DE FALLA	SEVER	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Número de deducidos > 2 (q)								Total:	
Valor deducido más alto (HDVI)									
Número admisible de deducidos (ml)									

Elaboración los autores.

#### 2.2.4.5 División del pavimento en unidades de muestra

Para el correcto estudio del pavimento, es necesario dividir las zonas en las denominadas unidades de muestreo. Según la normativa de carreteras, las dimensiones de estas unidades varían de acuerdo a la capa de rodadura y al tipo de estructura o vía. En el caso de las carreteras, las dimensiones son: un ancho menor a 7.3 m y un área de 230 m<sup>2</sup>, con un intervalo de error de 93 m<sup>2</sup>. En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones de la calzada.

Tabla 5: Longitud de unidades de muestreo asfálticas según el PCI

Ancho de calzada (m)	Longitud de unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

La metodología planteada por el manual del PCI (2002) determina un procedimiento a seguir, así como algunas sugerencias con respecto a la lectura de las tablas y la selección de valores. En este caso, se recomienda seleccionar el valor promedio entre los rangos para el desarrollo de la metodología, así como, no definir unidades nuevas fuera de los parámetros establecidos. Asimismo, el uso de esquemas es necesario para el estudio de las dimensiones de las unidades, refiriéndose al tamaño y la ubicación. Esto permite al investigador o encargado del proyecto encontrar fácilmente el dato, como sugerencia para una referencia en próximas investigaciones o expedientes.

## **2.2.5 Metodología VIZIR**

### **2.2.5.1 Reseña histórica**

La metodología “Visión Inspection de Zones et Itinéraires À Risque” – VIZIR fue presentada en los años 1960 por los franceses para el estudio de los pavimentos, específicamente del tipo flexible. Como se muestra, las siglas que identifican a esta metodología vienen dado por sus siglas en idioma francés, dado que, su traducción al castellano sería “Visión e Inspección de Zonas y Rutas de Riesgo”. No fue, hasta el presente siglo, que esta metodología fue publicada por el “Laboratoire Central des Ponts et Chaussées”, siendo este uno de los laboratorios encargados del estudio de los puentes y carreteras a nivel mundial, con reconocimiento y aprobación. (Murga y Zerpa, 2019)

### **2.2.5.2 VIZIR (Inspección Visual de Daños en Carreteras)**

Como su nombre lo dice, es un sistema visual que posibilita la distinción o diferenciación de las fallas estructurales de las funcionales, de una manera clara y precisa. Con este modelo, se es capaz de determinar el estado de la vía de acuerdo a la condición de su capa superficial. Del mismo modo, permite identificar las fallas y clasificarlas de acuerdo al grado de criticidad de las mismas. Por ende, permite registrar, evaluar y diagnosticar el grado de deterioro de la vía en su superficie. (Morales, 2019).

### **2.2.5.3 Identificación de los deterioros con el método VIZIR**

Para la identificación de las fallas o deterioros, se procede a inspeccionar las zonas que conforman la superficie del pavimento. De esa inspección, se estima la gravedad de los deterioros y se proponen soluciones para corregirlas; a este procedimiento se le conoce como sistema de auscultación. Estos sistemas permiten la recolección de información precisa para el estudio de los deterioros, determinando un tramo de trabajo y un proceso de rehabilitación de la falla. (Chicchón, 2018).

**TIPOS DE FALLAS:** Según Bullón (2018), estos se clasifican conforme a tres parámetros, los cuales son: tipo, extensión y gravedad. Además, para VIZIR solo existen dos categorías, las cuales se presentan a

continuación:

• **Degradación tipo A**

Este tipo de degradación es causada por un defecto en el pavimento o las capas del mismo. Mayormente ligado al estado de las subcapas que lo conforman, pudiendo estar deterioradas a causa de fisuras o deformaciones por la fatiga.

Deterioro	Nivel de seguridad 1	de	Nivel de seguridad 2	de	Nivel de seguridad 3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante.	al	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos.	de	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios.
	Flecha < 20 mm		20 mm ≤ Flecha ≤ 40 mm		Flecha > 40 mm
Grietas longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda de rodamiento	en	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas	y	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Piel de Cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (>500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales	por	Mallas más densas (<500 mm) con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación	más	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada	de	Comportamiento satisfactorio de la		Ocurrencia de fallas en la zonas

Figura 7. Nivel de gravedad del deterioro tipo A  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

• **Degradación tipo B**

A diferencia de la anterior, este tipo de degradación es referida al carácter funcional del pavimento, conforme a las inadecuadas condiciones locales para el servicio de la construcción de la estructura, los deficientes procedimientos y la calidad de los materiales.

Deterioro	Niveles de gravedad		
	1	2	3
Grieta longitudinal de junta de construcción	Fina y única	Ancha (10 mm o más) sin desprendimiento Fina ramificada	Ancha con desprendimientos o ramificada
Grietas de contracción térmica	Fisuras finas	Anchas sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas	Ancha con desprendimientos
Grietas parabólicas	Fisuras finas	Anchas sin desprendimientos	Ancha con desprendimientos
Grietas de borde	Fisuras finas	Anchas sin desprendimientos	Ancha con desprendimientos

Figura 8. Nivel de gravedad del deterioro tipo B  
Fuente: Amaya y Rojas (2017)

A continuación, se muestran las tablas con los tipos de daño de acuerdo a la normativa estudiada:

Tabla 6: Daños de tipo A - VIZIR

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Ahuellamiento	AHU	ml
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	ml
Depresiones o hundimientos transversales	DT	ml
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	ml
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	ml
Bacheos o parcheos	B	ml

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Asimismo, se tienen los datos para la falla de clase B.

Tabla 7: Daños de tipo B - VIZIR

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FIJ	ml
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	ml
Fisuras de contracción térmica	FCT	ml
Fisuras parabólicas	FP	ml
Fisura de borde	FB	ml
Ojo de pescado (O)	O	und
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	ml
Pérdida de la película de ligante	PL	ml
Pérdida de agregados	PA	ml
Descascaramiento	DC	m2
Pulimento de agregados	PU	ml
Exudación	EX	ml
Afloramiento de mortero	AM	ml
Afloramiento de agua	AFA	ml
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	ml
Segregación	S	ml




Fuente: Amaya y Rojas (2017)

**Gravedad:** Se refiere al grado de severidad de la falla o daño por medio de una escala, la cual depende del tipo de daño y la clase del mismo. Los reparos necesarios para la rehabilitación de la falla, depende directamente de la gravedad de esta y su extensión.

**Extensión:** Es el parámetro que indica la zona dañada. Las dimensiones de este indicador dependen del tipo de daño, pudiendo ser en longitud para fisura, área para abultamiento o número de veces presenten en una determinada área de la unidad de muestreo.






Tabla 8: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A - VIZIR

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
			
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante. <20mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos.	Deformaciones que afectan de manera importante la comunidad y la seguridad de los usuarios >40mm.
Fisuras longitudinales por fatiga.	Fisuras en la banda de rodamiento.	Fisuras abiertas y a menudo ramificada.	Fisuras muy ramificadas y/o abiertas (Grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (>500mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales
Bacheos y parcheo	Intervención de superficies ligadas al deterioro del tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioro tipo A.	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Tabla 9: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A - VIZIR

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
			
Fisuras longitudinales de junta de construcción	Fina y única	Ancha (10mm o más) sin desprendimiento o fina ramificación.	Ancha con desprendimientos o ramificada.
Fisuras de contracción térmica	Fisuras finas.	Anchas sin desprendimiento o finas con desprendimientos o fisura ramificada.	Anchas con desprendimientos
Fisuras parabólicas	Fisuras finas.	Anchas sin desprendimientos.	Anchas con desprendimientos.
Fisura de borde	Fisuras finas.	Anchas sin desprendimientos.	Anchas con desprendimientos
Abultamientos	F < 20 mm	20 mm ≤ F ≤ 40 mm	F > 40 mm
Ojos de pescado (por cada 100m)	< 5	5 a 10 / <5	>10 / 5 a 10
	≤ 300	≤300 / ≤1000	≤300 / ≤1000
Desprendimientos: *Perdida de película de ligante. *Pérdida de agregados	Perdidas aisladas	Perdidas continuas	Pérdidas generalizadas y muy marcadas
Descascaramiento	Prof(mm)	≤ 25	> 25
	Área(m <sup>2</sup> )	≤ 0.8	> 0.8
Pulimento agregados	No se definen niveles de gravedad		
Exudación	Puntual	Continua sobre la banda de rodamiento	Continua y muy marcada
Afloramientos de mortero y de agua	Localizados y apenas perceptibles	Intensos	Muy Intensos
Desintegración de los bordes del pavimentos	Inicio de la desintegración	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o mas	Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel de 10 a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm	Desnivel superior a 100 mm
Erosión de las bermas	Erosión incipiente	Erosión pronunciada	La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

#### 2.2.5.4 Procedimiento de la evaluación de la condición de un pavimento con la metodología VIZIR

La evaluación de la metodología depende del estudio, análisis y cálculo de tres indicadores: fisuración, deformación y deterioro superficial, menciona Murga y Zerpa (2019). Cada uno de ellos, determina un aspecto importante de la estructura. El primero se encarga de determinar el tipo de fisura o agrietamiento que presenta el

pavimento de acuerdo a la clasificación de los deterioros VIZIR analizados en el ítem anterior. Del mismo modo, el segundo indicador se encarga de analizar los daños estructurales identificados como deformaciones. Por último, el tercer indicador determina la gravedad del daño, mediante un cálculo que involucra los otros dos indicadores.

#### **2.2.5.5 Cálculo de índice de fisuración (If)**

Para calcular este indicador se necesitan los datos de la extensión de la fisura y la gravedad de la misma. Estos datos se obtienen de la medición directa de la longitud de la grieta y el valor de las tablas de la metodología para los tipos de deterioros de la clase A.

#### **2.2.5.6 Cálculo de índice de deformación (Id)**

En comparación con el anterior, este índice también depende de la extensión en área o superficie de la deformación y la gravedad de acuerdo a las tablas, de acuerdo al tipo de falla de categoría A. Estas deformaciones incluyen a deterioros como: depresiones longitudinales, depresiones transversales, hundimientos y ahuellamientos.

#### **2.2.5.7 Índice de deterioro superficial (Is)**

Es el indicador más importante de la evaluación, dado que, va a permitir identificar la gravedad y criticidad del deterioro. Esto permite, poder entender la dimensión del problema y aplicar acciones para poder resolverlas. Por todo lo expuesto, este indicador se relaciona directamente con los dos anteriores y suministra pautas para la elección de alternativas de intervención de rehabilitación de la falla.

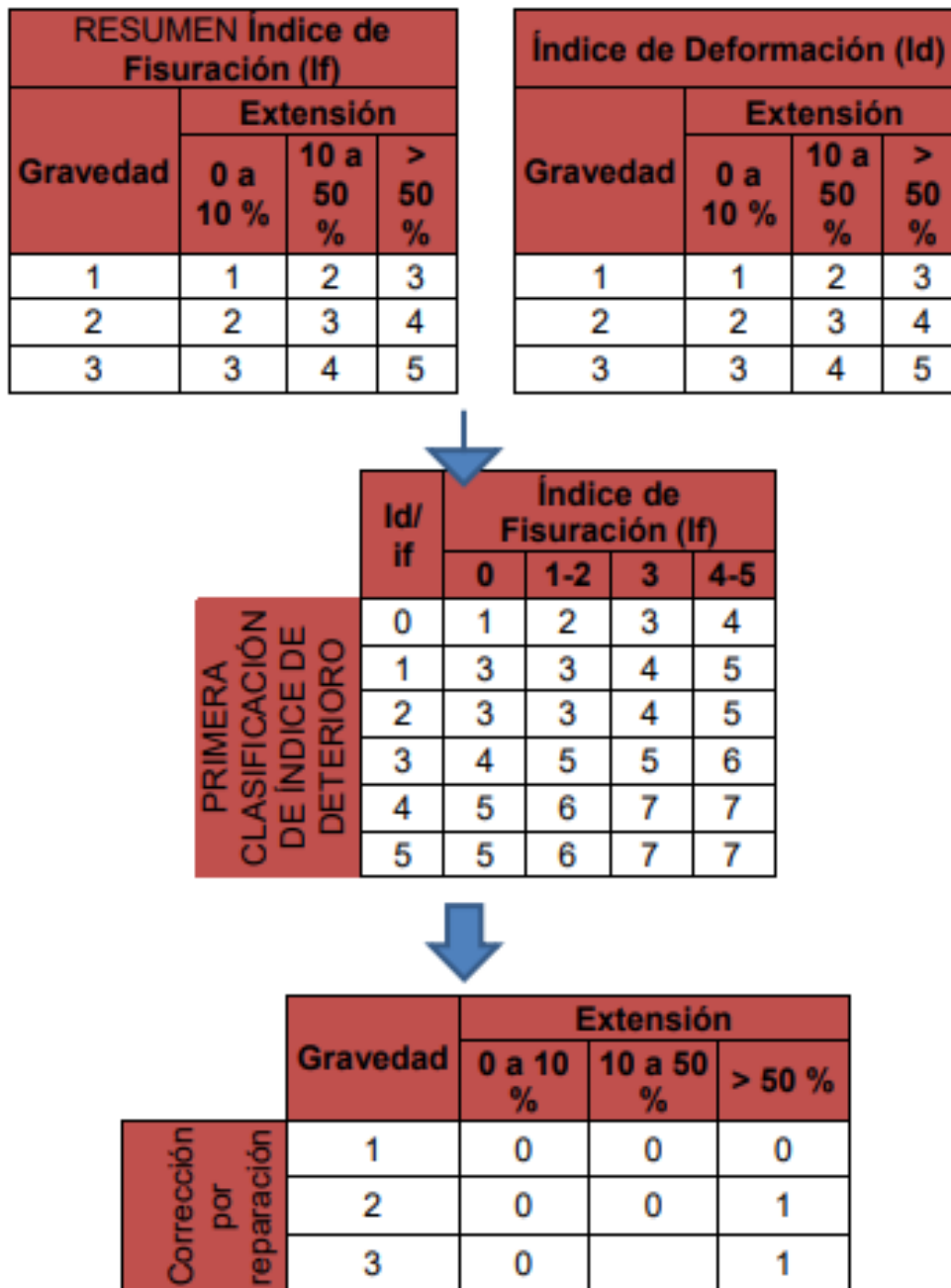


Figura 9. Determinación de la calidad  
Elaboración los autores.

### 2.3 Definición de términos básicos

**Asfalto:** Material proveniente del petróleo, con características cementantes, cubierto de una capa de betún, de color marrón oscuro y de proporciones variables. (MTC, 2013)

**Carretera pavimentada:** vía con una capa de rodadura constituida por concreto Portland y una mezcla bituminosa. (MTC, 2013)

**Mantenimiento vial:** acciones destinadas al mantenimiento de una cierta

sección de vía. Este puede ser preventivo y correctivo. (MTC, 2013)

**Mejoramiento:** acciones destinadas a elevar los estándares de calidad de un proyecto, en este caso de una obra de carretera. (MTC, 2013)

**Niveles de servicio:** son indicadores que determinan el nivel de un determinado servicio de transporte de una vía, en función de la capacidad máxima de tráfico que esta puede soportar. (MTC, 2013)

**Pavimento flexible:** es un tipo de pavimento el cual consta de capas conformadas por materiales aglomerantes, agregados y aditivos. Siendo mayormente empleado los materiales bituminosos. (MTC, 2013)

**Pavement condition index:** permite indicar el estado actual del pavimento de acuerdo a determinados parámetros establecidos por la metodología a emplear. (MTC, 2013)

**Superficie de rodadura:** capa de tránsito de los vehículos. Se dice de la superficie de contacto entre la llanta y la vía. (MTC, 2013)

**Vida útil:** tiempo de vida de un proyecto en el que su utilidad es mayor que cero. Se incrementa con los programas de mantenimiento y rehabilitación de las vías. (MTC, 2013)

## 2.4 Hipótesis de la investigación

### 2.4.1 Hipótesis general

La condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente

### 2.4.2 Hipótesis específicas

El índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente.

El índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de

la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente.

La falla más representativa, determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es la piel de cocodrilo, el hundimiento y las fisuras.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño metodológico**

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

**Aplicada:** Esto se debe a que se ha buscado solucionar un problema que ha sido detectado en la realidad, en cuanto a la aplicación del método VIZIR y PCI, para la detección del índice de la condición superficial del pavimento (Cohen y Gómez, 2019).

**Descriptiva:** Debido a que se ha buscado caracterizar de forma visual al pavimento, con la finalidad de que se pueda ahondar en ofrecer una valoración acorde a lo observado y, por ende, determinar mediante el método VIZIR y PCI, la calidad del pavimento (Cohen y Gómez, 2019).

#### **3.1.2 Nivel de investigación**

**Descriptivo:** Debido a que los datos que han sido alcanzado, corresponden a describir las condiciones en las cuales se ha encontrado el pavimento analizado (Cohen y Gómez, 2019).

#### **3.1.3 Diseño de investigación**

**No experimental:** Esto se debe a que no se ha buscado modificar las condiciones de la variable de estudio, sino que, por el contrario, se ha centrado la investigación, en analizar lo que sucede en la realidad (Cohen y Gómez, 2019).

**Prospectivo:** Debido a que, en base a lo normado, se ha podido establecer y analizar la condición del pavimento (Cohen y Gómez, 2019).

**Transversal:** Debido a que los datos han sido tomados en una única oportunidad, que ha sido la fecha en la que se ha aplicado el instrumento de recolección de datos, en donde se ha podido establecer que la condición del pavimento ha correspondido al periodo de evaluación, en el que se ha desarrollado la investigación (Cohen y Gómez, 2019).

### **3.1.4 Enfoque de la investigación**

**Mixta:** Esto se debe a que el instrumento de recolección de datos, ha empleado a una ficha de evaluación del pavimento, para la recolección de información. Sin embargo, se ha centrado en expresar dicha evaluación, en un rango numérico, mediante la cual se ha podido establecer la calidad global del pavimento analizado (Cohen y Gómez, 2019).

## **3.2 Variables**

**Variable dependiente:** Metodología índice de condición del pavimento VIZIR y (PCI).

**Definición conceptual:** Corresponde a la situación en la que el pavimento se encuentra, en cuanto al tiempo que se ha desarrollado alguna actividad sobre el mismo.

**Variable independiente:** Evaluación superficial del pavimento flexible

**Definición conceptual:** Es definida como aquella evaluación y clasificación que se realiza, sobre una superficie asfáltica, con la finalidad de poder detectar la presencia de fallas y analizar el nivel de daño que se ha presentado en las mismas.



### 3.2.1 Operacionalización de variables

Tabla 10: Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>Variable dependiente:</b> Metodología índice de condición del pavimento (PCI) y VIZIR	Corresponde a la situación en la que el pavimento se encuentra, en cuanto al tiempo que se ha desarrollado alguna actividad sobre el mismo (Amaya y Rojas, 2017).	Corresponde a la determinación de los indicadores de condición del pavimento, recurriendo al empleo de la metodología VIZIR y PCI	Índice estructural del Pavimento	Rango de calificación del PCI	Escala de calidad ordinal
			Índice de Deterioro Superficial (IS)	Rango de calificación VIZIR.	
<b>Variable independiente:</b> Evaluación superficial del pavimento flexible	Es definida como aquella evaluación y clasificación que se realiza, sobre una superficie asfáltica, con la finalidad de poder detectar la presencia de fallas y analizar el nivel de daño que se ha presentado en las mismas (Bullón, 2018).	En el estudio de la variable presente, se busca analizar la realidad del pavimento, en cuanto se hayan podido presentar fallas que caractericen el nivel de daño del pavimento.	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo	Ficha de evaluación del pavimento
				Baches	
				Exudación	
				Fisuras	
				Hundimiento	

Elaboración los autores.

### 3.2.2 Definición operacional de variables

**Definición operacional de la variable independiente:** En el estudio de la variable presente, se busca analizar la realidad del pavimento, en cuanto se hayan podido presentar fallas que caractericen el nivel de daño del pavimento.

**Definición operacional de la variable dependiente:** Corresponde a la determinación de los indicadores de condición del pavimento, recurriendo al empleo de la metodología VIZIR y PCI

### 3.3 Población y muestra

**Población:** La población del presente estudio, ha estado conformada por la carreta vecinal, tramo KM 00+00 al KM 05+00, de los distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.



Figura 10. Plano del distrito de La Victoria  
Fuente: Google Maps



Figura 11. Plano del distrito de Monsefú  
Fuente: Google Maps

**Muestra:** Para la presente investigación, se ha considerado un tipo de muestra probabilística, debido a que se ha recurrido a una fórmula estadística, para poder establecer y caracterizar al objeto de estudio (Cohen y Gómez, 2019)

Tabla 11: Población y muestra

ANCHO CALZADA (M)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (M)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

La normativa ASTM-D6433, señala que, en rodaduras asfálticas, el ancho menor que puede ser considerado, será de 7.30 m. sin embargo, se sostiene que el área deberá de hallarse en un rango de 230 +/- 93.0 m<sup>2</sup>.

$$U.M. = \text{Área}/230$$

LT: Longitud total de vía: 5000 m

A: Ancho de vía: 7.00 m

Área: 5000\*7 m<sup>2</sup> = 35 000 m<sup>2</sup>

Unidades de muestreo: 152 unidades de muestreo (230 m<sup>2</sup> área máxima de muestre)

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

N = tamaño de la población = 152

z = nivel de confianza = 95% = 1.96

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada = 50%

q = probabilidad de fracaso = 50%

e = error máximo admisible = 5%

En base a ello, se ha podido establecer que el tamaño de la muestra ha sido de 109 unidades, para ambas metodologías de evaluación.

**Muestreo:** El presente muestreo ha sido el aleatorio simple, debido a que la totalidad de la población que representa al objeto de estudio, ha contado con las mismas posibilidades de ser tomado como muestra (Cohen y Gómez, 2019).

### 3.4 Técnicas de recolección de datos

Para la presente investigación, se ha considerado la técnica de la observación, debido a que se ha empleado a la ficha de evaluación de pavimento, llenada mediante la visita de campo y la observación de las fallas detectadas, así como de diferentes datos empíricos que han sido necesarios para la evaluación del objeto de estudio.

### 3.5 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos que ha sido empleado, fue la ficha de evaluación del pavimento, tanto para la metodología VIZIR, como para la metodología PCI. En base a ello, es que se ha podido señalar el tipo de falla encontrada.

De igual forma, los resultados han sido expresados en una escala numérica, en donde se ha podido determinar la calidad superficial del pavimento, con la información que ha sido recolectada de la ficha de evaluación del pavimento.

### **3.6 Procesamiento estadístico de datos**

El procedimiento que se ha seguido, correspondió a la estadística descriptiva, debido a que se analizó la incidencia de las diferentes fallas halladas y el grado de afectación que ha tenido el pavimento, en el periodo de vida útil. Además de ello, se ha realizado la comparación entre las diferentes metodologías analizadas, en cuanto al estado del pavimento, con la finalidad de que se pueda alcanzar a determinar la metodología que ha sido de más fácil uso y el grado de fallas que ha podido ser detectada.

### **3.7 Técnica de procesamiento de datos**

La técnica empleada, ha correspondido a haberse basado en la estadística descriptiva, con la finalidad de que se pueda determinar el promedio y la representatividad que han tenido las diferentes fallas presentes, en el objeto de estudio analizado. Además de ello, cabe señalar el hecho de que los datos han sido expuestos en gráficos y tablas de frecuencia promedio.

## CAPÍTULO IV DESARROLLO

### 4.1 División del pavimento en unidades de muestra

La muestra del presente estudio ha estado conformada por la carretera vecinal tramo KM 00+00 al KM 05+00 de los distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. El tipo de muestra ha sido la probabilística, con un muestreo de tipo aleatorio simple, en el que se ha alcanzado a medir un total de 230 m<sup>2</sup> +- 93.0 m<sup>2</sup>, para todo el tramo analizado. En base a ello, ha sido que se ha contado con un total de 152 unidades de muestreo, en donde se ha analizado a la totalidad de la misma, en un ancho de vía de 7.00 metros.

$$U.M. = \text{Área}/230$$

LT: Longitud total de vía: 5000 m

A: Ancho de vía: 7.00 m

Área: 5000\*7 m<sup>2</sup> = 35 000 m<sup>2</sup>

Unidades de muestreo: 152 unidades de muestreo (230 m<sup>2</sup> área máxima de muestreo)

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

$N$  = tamaño de la población = 152

$z$  = nivel de confianza = 95% = 1.96

$p$  = probabilidad de éxito, o proporción esperada = 50%

$q$  = probabilidad de fracaso = 50%

$e$  = error máximo admisible = 5%

#### 4.2 Implementos a emplear para la recolección de los datos



Figura 12. Materiales empleados para la recolección de datos.  
Elaboración los autores.

#### 4.3 Recolección de datos en campo

Mediante el empleo de la auscultación, se ha podido determinar el tipo de daño que ha sido expuesto en la falla, y la severidad de las fallas, del pavimento analizado. Así mismo, el levantamiento de la información, ha sido tomada para ambas metodologías, tanto VIZIR como PCI.





#### 4.4 Cálculo de la condición de pavimento

La recolección de los datos de campo, ha sido alcanzada, mediante la evaluación por el método del PCI y el método del VIZIR, siendo el procedimiento, expuesto a continuación:

##### 4.4.1 Procedimiento para el llenado de la hoja de cálculo método PCI

**Paso 1.** Para poder calcular el valor deducido porcentual de los tramos analizados, es que se ha procedido dividir el área total del daño, sobre el área total de estudio.

FALLAS EXISTENTES									
TIPO DE FALLA	SEVER	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD
9	M	21	0	0	0	0	0	21	63.82978723
19	M	209	0	0	0	0	0	209	90.75119409
10	M	18	0	0	0	0	0	18	54.7112462
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 15. Calculo de la densidad %  
Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Recolección de datos  
Elaboración los autores.



Figura 17. Medición de la longitud de falla  
Elaboración los autores.

**Paso 2.** Después de haber alcanzado a hallar el valor deducido, se ha trabajado con las siguientes tablas:

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

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

Corrección por reparación	Gravedad	Extensión		
		0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
1	1	0	0	0
2	2	0	0	1
3	3	0		1

Figura 18. Cálculo del índice de deformación (Id) y índice de fisuración (If)  
Elaboración los autores.



Figura 19. Desnivel de carril  
Elaboración los autores.

**Paso 3.** Se calcula el Índice de deterioro (Is), con el cual se determinará la clasificación según la metodología VIZIR

Id	If					
4	4					
Calificación del índice de deterioro (Is)	Id \ If	0	1 - 2	3	4 - 5	
		0	1	2	3	4
		1 - 2	3	3	4	5
		3	4	5	5	6
		4 - 5	5	6	7	7

Figura 20. Cálculo del índice de deterioro (Is)  
Elaboración los autores.

Rango	Clasificación
1 - 2	Bueno
3 - 4	Regular
5 - 7	Deficiente

Figura 21. Rango de clasificación final del VIZIR  
Elaboración los autores.

#### 4.4.2 Procedimiento para el llenado de la hoja de cálculo método PCI

**Paso 1.** En base a la determinación de la severidad de la falla, es que se procederá a analizar por área, distancia o cantidad, dependiendo de su tipo.

TIPO DE FALLA	SEVER	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL
9	M	21					21
19	M	209					209
10	M	18					18

Figura 22. Resumen de evaluación visual para unidad de muestreo PCI  
Elaboración los autores.

**Paso 2.** Se procede a dividir la totalidad de la clase daño, entre la totalidad de los valores de la muestra, para que lo obtenido se determine de forma porcentual. Esto ha representado el porcentaje de daño, el cual se le denomina como densidad dentro de la unidad de muestreo.

TIPO DE FALLA	SEVER	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD
9	M	21					21	63.829787
19	M	209					209	90.751194
10	M	18					18	54.711246

Figura 23. Cálculo de valores de densidad  
Elaboración los autores.

**Paso 3.** Después de que ha sido fijado el valor deducido en cada clase de falla, es que se ha procedido a hallar el grado de severidad de la misma, mediante la aplicación de las curvas de “valor deducido de daño”.

**Paso 4.** Se puede exponer el tipo de falla 9, en donde se halla la presencia de desnivel en el carril, en la zona de borde.



Figura 24. Falla determinada para la muestra  
Elaboración los autores.

**Paso 5.** Para esta clase de deterioro, es que se ha procedido a determinar los valores deducidos, en base a la gráfica siguiente:

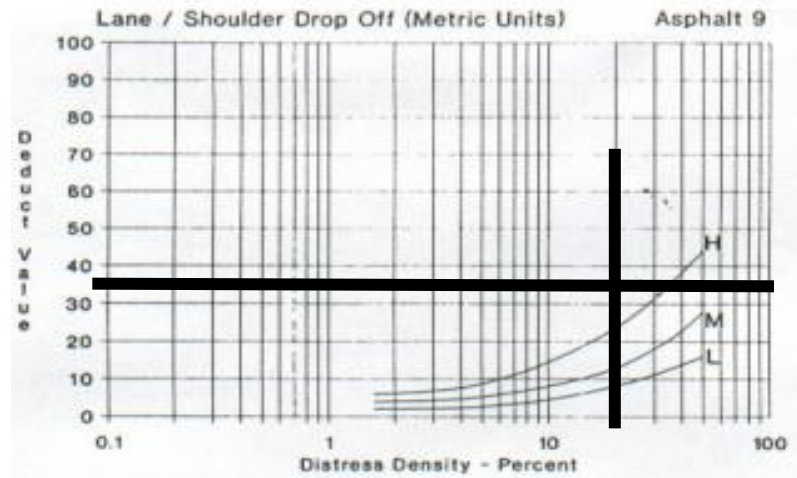


Figura 25. Porcentaje / Densidad de deterioro  
Elaboración los autores.

En base a lo señalado por la gráfica, es que se ha podido determinar la presencia de un valor deducido de 73

**Paso 6.** Para los valores deducidos, si es que uno o ninguno es mayor a 2, se procede a colocar los valores deducidos de forma descendente, tal y como se muestra, a continuación:

Número de deducidos > 2 (q) 3

Valor deducido más alto (HDV1) 73

M1 = 3.48

TIPO DE FALLA	SEVER	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
9	M	21					21	63.83	28
19	M	209					209	90.75	45
10	M	18					18	54.71	73
								0	
								0	
Número de deducidos > 2 (q)		3					SEVER (L - BAJA; M - MEDIA; H - ALTA)		Total:
Valor deducido más alto (HDV1)		73							
Número admisible de deducidos (m1)		3.48							

Figura 26. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos  
Elaboración los autores.



**Paso 7.** En el siguiente recuadro, se ordenan los valores deducidos de forma descendente de izquierda, hacia la derecha, en donde las filas deberán de ser colocadas de la misma forma.

Luego de lo expresado, respecto al valor deducido corregido (CDV) se tomó en cuenta, el siguiente cuadro:

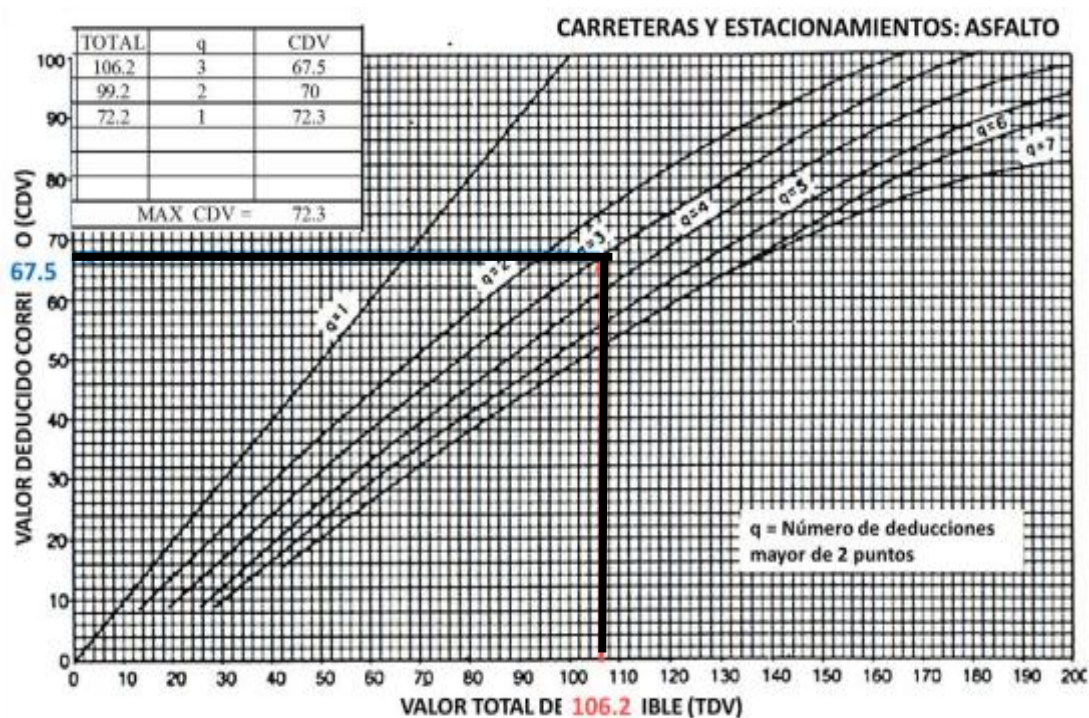


Figura 27. Cuadro de carreteras y estacionamiento: asfalto  
Elaboración los autores.

**Paso 8.** Obteniendo los valores de valor deducido corregido (CDV) se cuenta con la selección del valor mayor, para poder alcanzar el rango de clasificación PCI.

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Figura 28. Rango de clasificación final del PCI  
Elaboración los autores.

## CAPÍTULO V RESULTADOS

### 5.1 Índice del pavimento por la metodología PCI

Tabla 12: Síntesis del análisis del índice del pavimento por la metodología PCI

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA		PCI	CALIFICACIÓN
1	0	32.9	72	MUY BUENO
2	32.9	65.8	72	MUY BUENO
3	65.8	98.7	75	MUY BUENO
4	98.7	131.6	84	MUY BUENO
5	131.6	164.5	70	BUENO
6	164.5	197.4	95	EXCELENTE
7	197.4	230.3	72	MUY BUENO
8	230.3	263.2	73	MUY BUENO
9	263.2	296.1	76	MUY BUENO
10	296.1	329	82	MUY BUENO
11	329	361.9	72	MUY BUENO
12	361.9	394.8	60	BUENO
13	394.8	427.7	72	MUY BUENO
14	427.7	460.6	72	MUY BUENO
15	460.6	493.5	62	BUENO
16	493.5	526.4	72	MUY BUENO
17	526.4	559.3	65	BUENO
18	559.3	592.2	66	BUENO
19	592.2	625.1	70	BUENO
20	625.1	658	68	BUENO
21	658	690.9	68	BUENO
22	690.9	723.8	68	BUENO
23	723.8	756.7	66	BUENO
24	756.7	789.6	68	BUENO

<b>TRAMO</b>	<b>PUNTO DE REFERENCIA</b>		<b>PCI</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
25	789.6	822.5	66	BUENO
26	822.5	855.4	66	BUENO
27	855.4	888.3	65	BUENO
28	888.3	921.2	66	BUENO
29	921.2	954.1	65	BUENO
30	954.1	987	68	BUENO
31	987	1019.9	65	BUENO
32	1019.9	1052.8	62	BUENO
33	1052.8	1085.7	66	BUENO
34	1085.7	1118.6	62	BUENO
35	1118.6	1151.5	60	BUENO
36	1151.5	1184.4	60	BUENO
37	1184.4	1217.3	62	BUENO
38	1217.3	1250.2	63	BUENO
39	1250.2	1283.1	68	BUENO
40	1283.1	1316	60	BUENO
41	1316	1348.9	42	REGULAR
42	1348.9	1381.8	48	REGULAR
43	1381.8	1414.7	41	REGULAR
44	1414.7	1447.6	45	REGULAR
45	1447.6	1480.5	47	REGULAR
46	1480.5	1513.4	45	REGULAR
47	1513.4	1546.3	45	REGULAR
48	1546.3	1579.2	47	REGULAR
49	1579.2	1612.1	46	REGULAR
50	1612.1	1645	46	REGULAR
51	1645	1677.9	68	BUENO
52	1677.9	1710.8	65	BUENO
53	1710.8	1743.7	62	BUENO
54	1743.7	1776.6	66	BUENO
55	1776.6	1809.5	62	BUENO
56	1809.5	1842.4	60	BUENO
57	1842.4	1875.3	60	BUENO
58	1875.3	1908.2	62	BUENO
59	1908.2	1941.1	63	BUENO
60	1941.1	1974	68	BUENO
61	1974	2006.9	60	BUENO
62	2006.9	2039.8	42	REGULAR
63	2039.8	2072.7	48	REGULAR
64	2072.7	2105.6	41	REGULAR
65	2105.6	2138.5	45	REGULAR
66	2138.5	2171.4	47	REGULAR
67	2171.4	2204.3	45	REGULAR
68	2204.3	2237.2	45	REGULAR



<b>TRAMO</b>	<b>PUNTO DE REFERENCIA</b>		<b>PCI</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
69	2237.2	2270.1	47	REGULAR
70	2270.1	2303	46	REGULAR
71	2303	2335.9	46	REGULAR
72	2335.9	2368.8	68	BUENO
73	2368.8	2401.7	68	BUENO
74	2401.7	2434.6	68	BUENO
75	2434.6	2467.5	66	BUENO
76	2467.5	2500.4	68	BUENO
77	2500.4	2533.3	66	BUENO
78	2533.3	2566.2	66	BUENO
79	2566.2	2599.1	65	BUENO
80	2599.1	2632	66	BUENO
81	2632	2664.9	65	BUENO
82	2664.9	2697.8	68	BUENO
83	2697.8	2730.7	65	BUENO
84	2730.7	2763.6	62	BUENO
85	2763.6	2796.5	66	BUENO
86	2796.5	2829.4	62	BUENO
87	2829.4	2862.3	60	BUENO
88	2862.3	2895.2	60	BUENO
89	2895.2	2928.1	62	BUENO
90	2928.1	2961	63	BUENO
91	2961	2993.9	68	BUENO
92	2993.9	3026.8	60	BUENO
93	3026.8	3059.7	42	REGULAR
94	3059.7	3092.6	48	REGULAR
95	3092.6	3125.5	41	REGULAR
96	3125.5	3158.4	45	REGULAR
97	3158.4	3191.3	47	REGULAR
98	3191.3	3224.2	45	REGULAR
99	3224.2	3257.1	45	REGULAR
100	3257.1	3290	47	REGULAR
101	3290	3322.9	46	REGULAR
102	3322.9	3355.8	46	REGULAR
103	3355.8	3388.7	68	BUENO
104	3388.7	3421.6	65	BUENO
105	3421.6	3454.5	62	BUENO
106	3454.5	3487.4	66	BUENO
107	3487.4	3520.3	62	BUENO
108	3520.3	3553.2	60	BUENO
109	3553.2	3586.1	60	BUENO
110	3586.1	3619	62	BUENO
111	3619	3651.9	45	REGULAR
112	3651.9	3684.8	45	REGULAR

<b>TRAMO</b>	<b>PUNTO DE REFERENCIA</b>		<b>PCI</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
113	3684.8	3717.7	27	MALO
114	3717.7	3750.6	26	MALO
115	3750.6	3783.5	26	MALO
116	3783.5	3816.4	29	MALO
117	3816.4	3849.3	31	MALO
118	3849.3	3882.2	27	MALO
119	3882.2	3915.1	27	MALO
120	3915.1	3948	27	MALO
121	3948	3980.9	27	MALO
122	3980.9	4013.8	27	MALO
123	4013.8	4046.7	28	MALO
124	4046.7	4079.6	48	REGULAR
125	4079.6	4112.5	45	REGULAR
126	4112.5	4145.4	30	MALO
127	4145.4	4178.3	30	MALO
128	4178.3	4211.2	29	MALO
129	4211.2	4244.1	28	MALO
130	4244.1	4277	29	MALO
131	4277	4309.9	29	MALO
132	4309.9	4342.8	29	MALO
133	4342.8	4375.7	29	MALO
134	4375.7	4408.6	29	MALO
135	4408.6	4441.5	29	MALO
136	4441.5	4474.4	30	MALO
137	4474.4	4507.3	29	MALO
138	4507.3	4540.2	29	MALO
139	4540.2	4573.1	29	MALO
140	4573.1	4606	29	MALO
141	4606	4638.9	29	MALO
142	4638.9	4671.8	29	MALO
143	4671.8	4704.7	29	MALO
144	4704.7	4737.6	29	MALO
145	4737.6	4770.5	29	MALO
146	4770.5	4803.4	29	MALO
147	4803.4	4836.3	29	MALO
148	4836.3	4869.2	17	MUY MALO
149	4869.2	4902.1	29	MALO
150	4902.1	4935	11	MUY MALO
151	4935	4967.9	27	MALO
152	4967.9	5000.8	27	MALO
			51.97	

Elaboración los autores.

Tabla 13: Rango de calidad del pavimento, según la metodología PCI

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

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

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Los resultados han demostrado que, el índice de calidad del pavimento, de acuerdo al método del PCI, ha conllevado a que el valor se haya encontrado en término de condición regular, en donde se ha alcanzado un promedio después de analizar a 152 muestras, de 51.97 de IC.

Tabla 14: Distribución de condición del pavimento

	Frecuencia	Porcentaje
EXCELENTE	1	0.66%
MUY BUENO	12	7.89%
BUENO	67	44.08%
REGULAR	34	22.37%
MALO	36	23.68%
MUY MALO	2	1.32%
<b>TOTAL</b>	<b>152</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración los autores.

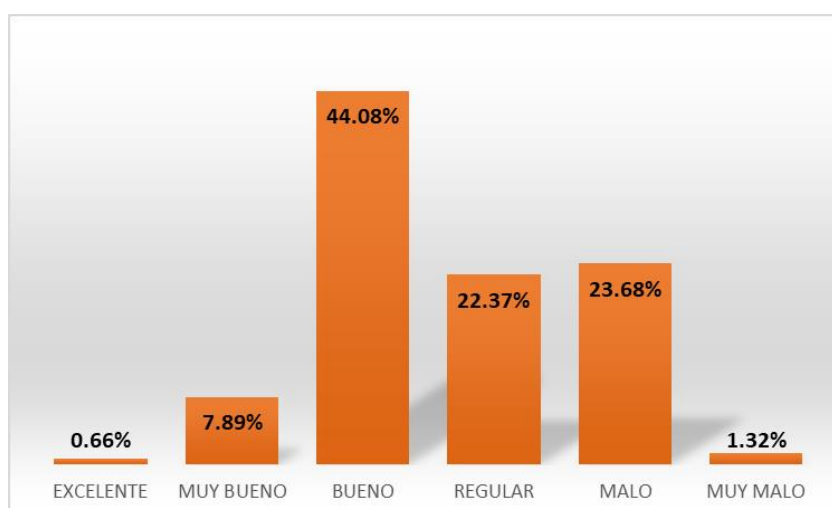


Figura 29. Distribución de condición del pavimento

Elaboración los autores.

Como se ha podido apreciar en la tabla anterior, la condición del pavimento más representativa, ha sido la que indica la calidad de “Bueno”; sin embargo, se ha evidenciado la presencia de más del 45%, entre la condición “Regular” y “Malo”. Esto se ha demostrado por la presencia de tres fallas principales, siendo las siguientes: Desnivel de carril, desprendimiento de agregados y grieta longitudinal.

Este tipo de fallas, han generado que la condición del pavimento, se vaya degradando con el pasar del tiempo, generando de esta forma, la presencia de no solo malas condiciones del mismo, sino una afectación negativa, en cuanto a la posibilidad de tránsito.

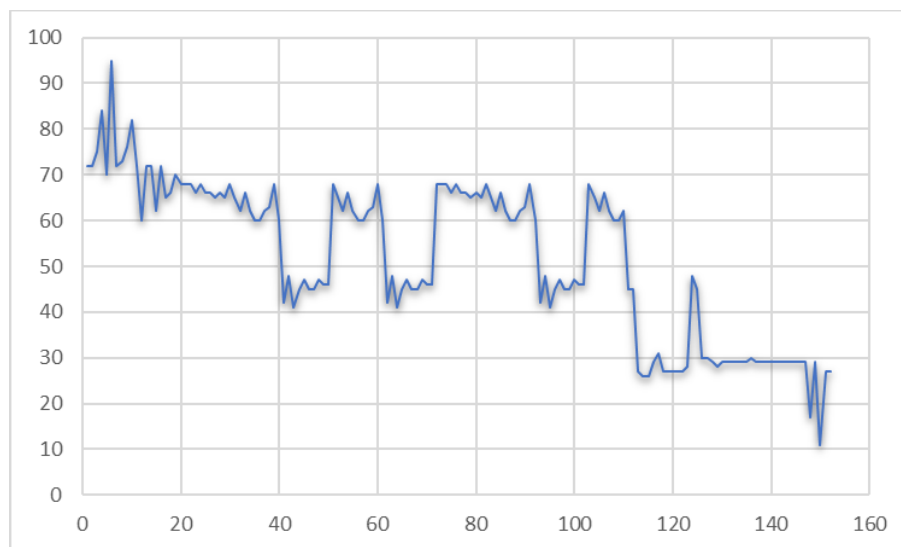


Figura 30. Distribución de condición del pavimento – Metodología PCI  
Elaboración los autores.

La imagen mostrada de forma anterior, ha evidenciado que la calidad del pavimento ha iniciado en los primeros tramos de forma eficiente; sin embargo, esta se ha ido mermando, conforme ha pasado el tiempo, en donde de forma preferente, ha alcanzado mínimos en el último tramo del mismo, alcanzado valores cercanos a 10. Esto es una clara demostración que, los primeros tramos de calidad, se han caracterizado por contar con un valor promedio de 60; mientras que, en la zona central, muy cerca al KM 2.50, la condición ha sido de 40, hasta llegar al mínimo mencionado anteriormente.

## 5.2 Índice del pavimento por la metodología VIZIR

Tabla 15: Síntesis del análisis del índice del pavimento por la metodología VIZIR

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA		PCI	CALIFICACIÓN
1	0	32.9	3	REGULAR
2	32.9	65.8	4	REGULAR
3	65.8	98.7	3	REGULAR
4	98.7	131.6	2	BUENO
5	131.6	164.5	4	REGULAR
6	164.5	197.4	2	BUENO
7	197.4	230.3	4	REGULAR
8	230.3	263.2	3	REGULAR
9	263.2	296.1	3	REGULAR
10	296.1	329	4	REGULAR
11	329	361.9	3	REGULAR
12	361.9	394.8	3	REGULAR
13	394.8	427.7	2	BUENO
14	427.7	460.6	2	BUENO
15	460.6	493.5	3	REGULAR
16	493.5	526.4	2	BUENO
17	526.4	559.3	3	REGULAR
18	559.3	592.2	3	REGULAR
19	592.2	625.1	2	BUENO
20	625.1	658	3	REGULAR
21	658	690.9	3	REGULAR
22	690.9	723.8	3	REGULAR
23	723.8	756.7	3	REGULAR
24	756.7	789.6	3	REGULAR
25	789.6	822.5	3	REGULAR
26	822.5	855.4	3	REGULAR
27	855.4	888.3	3	REGULAR
28	888.3	921.2	3	REGULAR
29	921.2	954.1	3	REGULAR
30	954.1	987	3	REGULAR
31	987	1019.9	4	REGULAR
32	1019.9	1052.8	4	REGULAR
33	1052.8	1085.7	4	REGULAR
34	1085.7	1118.6	4	REGULAR
35	1118.6	1151.5	4	REGULAR
36	1151.5	1184.4	4	REGULAR
37	1184.4	1217.3	4	REGULAR
38	1217.3	1250.2	4	REGULAR
39	1250.2	1283.1	4	REGULAR

<b>TRAMO</b>	<b>PUNTO DE REFERENCIA</b>		<b>PCI</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
40	1283.1	1316	4	REGULAR
41	1316	1348.9	4	REGULAR
42	1348.9	1381.8	4	REGULAR
43	1381.8	1414.7	4	REGULAR
44	1414.7	1447.6	4	REGULAR
45	1447.6	1480.5	4	REGULAR
46	1480.5	1513.4	4	REGULAR
47	1513.4	1546.3	4	REGULAR
48	1546.3	1579.2	4	REGULAR
49	1579.2	1612.1	4	REGULAR
50	1612.1	1645	4	REGULAR
51	1645	1677.9	3	REGULAR
52	1677.9	1710.8	4	REGULAR
53	1710.8	1743.7	4	REGULAR
54	1743.7	1776.6	4	REGULAR
55	1776.6	1809.5	4	REGULAR
56	1809.5	1842.4	4	REGULAR
57	1842.4	1875.3	4	REGULAR
58	1875.3	1908.2	4	REGULAR
59	1908.2	1941.1	4	REGULAR
60	1941.1	1974	4	REGULAR
61	1974	2006.9	4	REGULAR
62	2006.9	2039.8	4	REGULAR
63	2039.8	2072.7	4	REGULAR
64	2072.7	2105.6	4	REGULAR
65	2105.6	2138.5	4	REGULAR
66	2138.5	2171.4	4	REGULAR
67	2171.4	2204.3	4	REGULAR
68	2204.3	2237.2	4	REGULAR
69	2237.2	2270.1	4	REGULAR
70	2270.1	2303	4	REGULAR
71	2303	2335.9	4	REGULAR
72	2335.9	2368.8	3	REGULAR
73	2368.8	2401.7	3	REGULAR
74	2401.7	2434.6	3	REGULAR
75	2434.6	2467.5	3	REGULAR
76	2467.5	2500.4	3	REGULAR
77	2500.4	2533.3	3	REGULAR
78	2533.3	2566.2	3	REGULAR
79	2566.2	2599.1	3	REGULAR
80	2599.1	2632	3	REGULAR
81	2632	2664.9	3	REGULAR
82	2664.9	2697.8	3	REGULAR
83	2697.8	2730.7	4	REGULAR

<b>TRAMO</b>	<b>PUNTO DE REFERENCIA</b>		<b>PCI</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
84	2730.7	2763.6	4	REGULAR
85	2763.6	2796.5	4	REGULAR
86	2796.5	2829.4	4	REGULAR
87	2829.4	2862.3	4	REGULAR
88	2862.3	2895.2	4	REGULAR
89	2895.2	2928.1	4	REGULAR
90	2928.1	2961	4	REGULAR
91	2961	2993.9	4	REGULAR
92	2993.9	3026.8	4	REGULAR
93	3026.8	3059.7	4	REGULAR
94	3059.7	3092.6	4	REGULAR
95	3092.6	3125.5	4	REGULAR
96	3125.5	3158.4	4	REGULAR
97	3158.4	3191.3	4	REGULAR
98	3191.3	3224.2	4	REGULAR
99	3224.2	3257.1	4	REGULAR
100	3257.1	3290	4	REGULAR
101	3290	3322.9	4	REGULAR
102	3322.9	3355.8	4	REGULAR
103	3355.8	3388.7	3	REGULAR
104	3388.7	3421.6	4	REGULAR
105	3421.6	3454.5	4	REGULAR
106	3454.5	3487.4	4	REGULAR
107	3487.4	3520.3	4	REGULAR
108	3520.3	3553.2	4	REGULAR
109	3553.2	3586.1	4	REGULAR
110	3586.1	3619	4	REGULAR
111	3619	3651.9	4	REGULAR
112	3651.9	3684.8	4	REGULAR
113	3684.8	3717.7	4	REGULAR
114	3717.7	3750.6	4	REGULAR
115	3750.6	3783.5	4	REGULAR
116	3783.5	3816.4	4	REGULAR
117	3816.4	3849.3	4	REGULAR
118	3849.3	3882.2	4	REGULAR
119	3882.2	3915.1	4	REGULAR
120	3915.1	3948	4	REGULAR
121	3948	3980.9	4	REGULAR
122	3980.9	4013.8	4	REGULAR
123	4013.8	4046.7	4	REGULAR
124	4046.7	4079.6	3	REGULAR
125	4079.6	4112.5	3	REGULAR
126	4112.5	4145.4	3	REGULAR
127	4145.4	4178.3	3	REGULAR

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA		PCI	CALIFICACIÓN
128	4178.3	4211.2	3	REGULAR
129	4211.2	4244.1	3	REGULAR
130	4244.1	4277	3	REGULAR
131	4277	4309.9	3	REGULAR
132	4309.9	4342.8	3	REGULAR
133	4342.8	4375.7	3	REGULAR
134	4375.7	4408.6	3	REGULAR
135	4408.6	4441.5	3	REGULAR
136	4441.5	4474.4	3	REGULAR
137	4474.4	4507.3	3	REGULAR
138	4507.3	4540.2	3	REGULAR
139	4540.2	4573.1	3	REGULAR
140	4573.1	4606	3	REGULAR
141	4606	4638.9	3	REGULAR
142	4638.9	4671.8	3	REGULAR
143	4671.8	4704.7	3	REGULAR
144	4704.7	4737.6	3	REGULAR
145	4737.6	4770.5	3	REGULAR
146	4770.5	4803.4	3	REGULAR
147	4803.4	4836.3	3	REGULAR
148	4836.3	4869.2	3	REGULAR
149	4869.2	4902.1	3	REGULAR
150	4902.1	4935	3	REGULAR
151	4935	4967.9	3	REGULAR
152	4967.9	5000.8	3	REGULAR
			3.51	REGULAR

Elaboración los autores.

Tabla 16: Rango de calidad del pavimento, según la metodología VIZIR

<b>RANGOS DE CLASIFICACION VIZIR</b>	
<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1 Y 2	Bueno
3 Y 4	Regular
5,6 Y 7	Deficiente

Fuente: Amaya y Rojas (2017)

Los resultados han demostrado que el índice de calidad del pavimento, de acuerdo a la metodología VIZIR, ha alcanzado el valor de 3.51, demostrando de esta forma, que su calidad se ha encontrado en el rango de “Regular”.



Tabla 17: Distribución de condición del pavimento

	Frecuencia	Porcentaje
BUENO	6	3.95%
REGULAR	146	96.05%
DEFICIENTE	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>152</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración los autores.

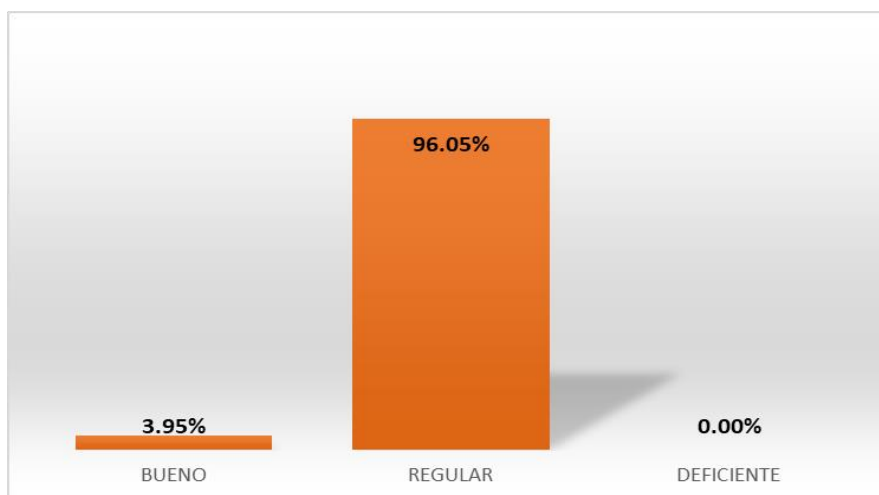


Figura 31. Distribución de condición del pavimento  
Elaboración los autores.

Como se ha podido apreciar en la tabla anterior, la condición del pavimento más representativa, ha sido la que indica la calidad de “Regular”, habiendo una representatividad del 96.05%. Sin embargo, se ha evidenciado la presencia de una condición buena, contando con un promedio de representatividad del 3.95%. Las fallas que han evidenciado la presencia de este tipo de condición del pavimento, han sido las siguientes: Desnivel de carril, desprendimiento de agregados y grieta longitudinal.

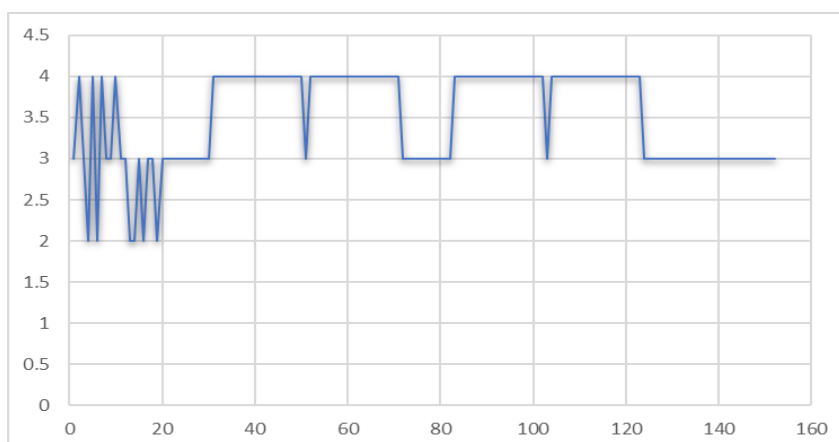


Figura 32. Distribución de condición del pavimento – Metodología VIZIR  
Elaboración los autores.

La imagen mostrada de forma anterior, ha señalado que el índice de calidad del pavimento, de acuerdo a la metodología VIZIR, se ha encontrado en condiciones variables, en los primeros tramos de la carretera, alcanzando mínimos de 2 puntos y máximos de 4. Esto ha generado que la condición se haya encontrado en condiciones de calidad “Buena” y condiciones de calidad “Regular en los tramos posteriores”, hasta poder contar con unas condiciones de preferencia regular, sin llegar al término de deficiencia.

### 5.3 Falla más representativa

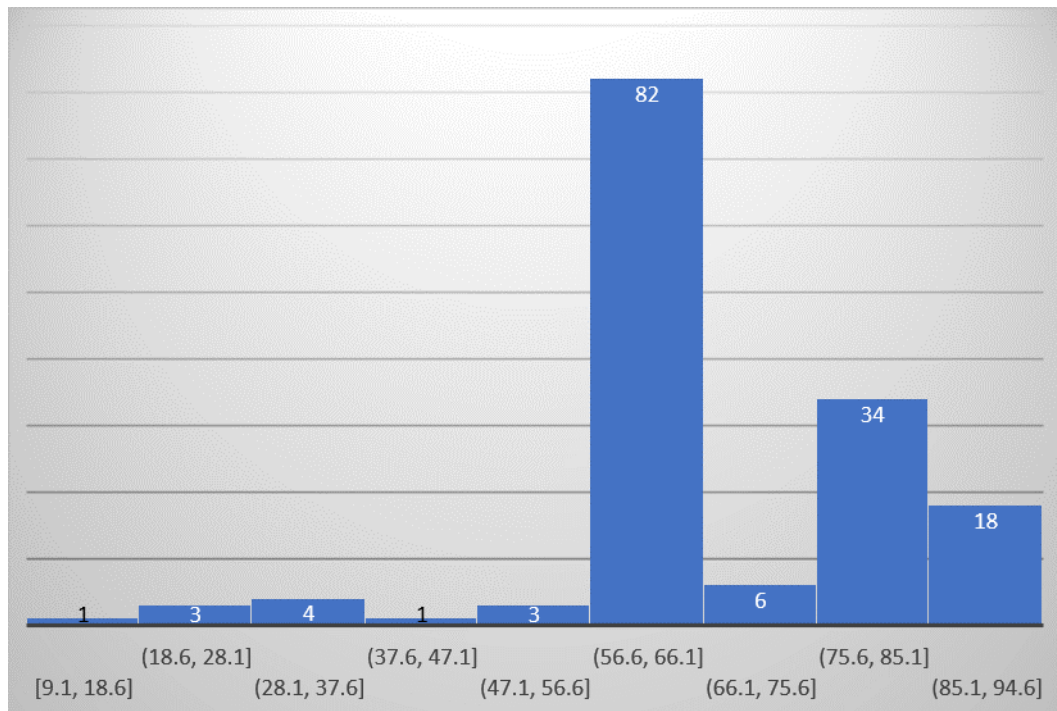


Figura 33. Desnivel de carril  
Elaboración los autores.

Los resultados, respecto a la distribución de la falla de desnivel de carril, han demostrado que la densidad que mayor afectación a generado en el pavimento, ha rondado de entre 66.10 a 56.60, con una frecuencia de 82 muestras. Así mismo, es que la segunda que mayor aportación ha alcanzado, en cuanto al deterioro del pavimento, ha sido de 85.10 a 75.60, con una frecuencia de 34 muestras.

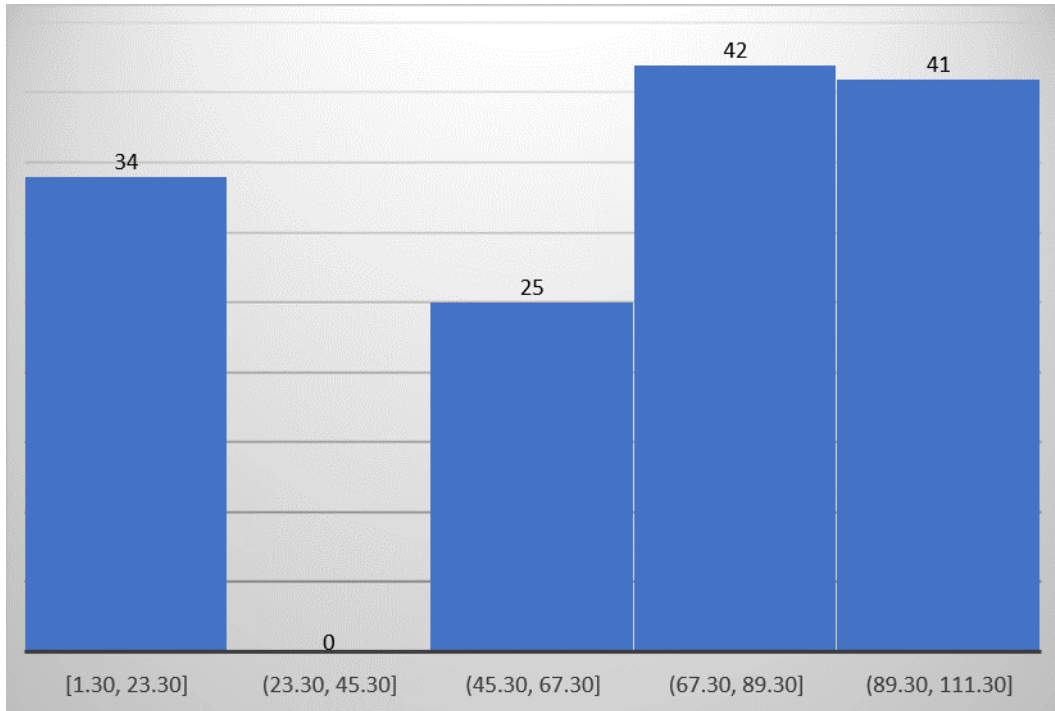


Figura 34. Desprendimiento de agregado  
Elaboración los autores.

En relación a la falla de desprendimiento de agregado, se ha podido alcanzar el hecho de que la densidad que mayor afectación ha generado al pavimento, ha sido de entre 89.30 a 37.30, en donde la frecuencia alcanzada ha sido de 42 muestras. Mientras que, la que menor influencia ha tenido, han sido aquellas muestras con densidades de entre 100.00 a 89.30 puntos, con una frecuencia acumulada de 41 muestras.

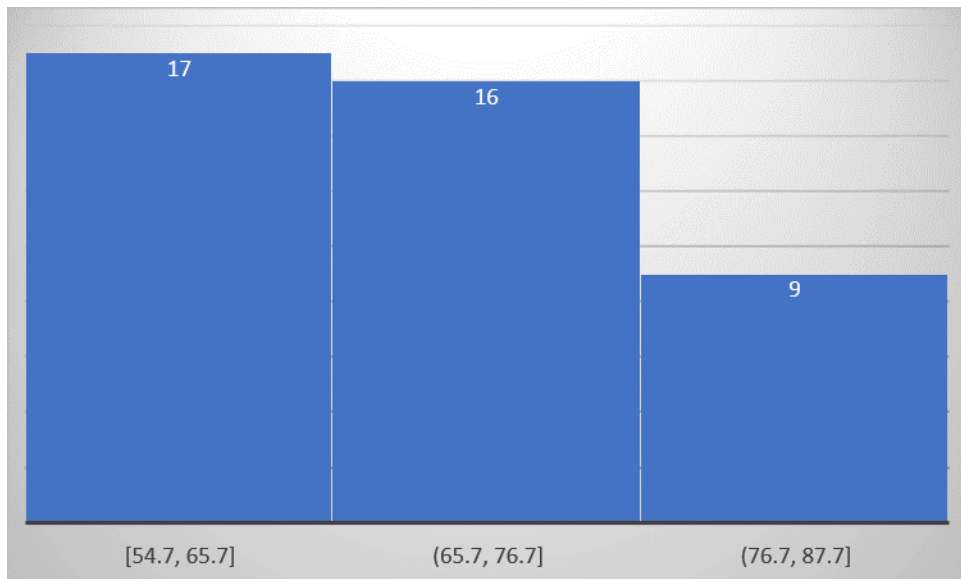


Figura 35. Grieta longitudinal  
Elaboración los autores.

Así mismo, en relación a la falla de grieta longitudinal, es que se puede establecer el hecho de que la densidad de 87.70 a 76.70, ha sido la de mayor valor, en relación a la afectación total, con una frecuencia de muestras de 9. Mientras que, la que mayor frecuencia a alcanzado, ha sido de 17 muestras, con una densidad de entre 65.70 a 54.70.

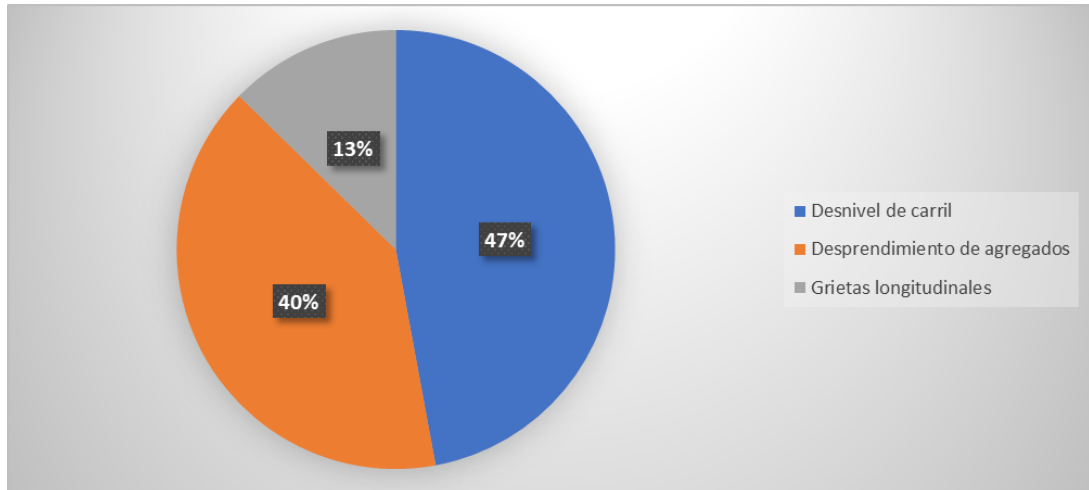


Figura 36. Falla más representativa  
Elaboración los autores.

Al momento de analizar a las fallas existentes, es que se ha podido establecer la existencia de tres tipos: el desnivel de carril, el desprendimiento de agregados y las grietas longitudinales. Para tal caso, se ha podido alcanzar que el desprendimiento de agregados, ha contado con una representatividad del 40%. Mientras que, el desnivel de carril, ha alcanzado una representatividad del 47%, todo lo contrario, ha sucedido en las grietas longitudinales, las cuales han contado con una representatividad del 13%.

## CAPÍTULO VI DISCUSIÓN

### 6.1 Contrastación de hipótesis

#### 6.1.1 Hipótesis general

En la siguiente tabla, se demuestra la contrastación de la hipótesis analizada:

Tabla 18: Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
La condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente	Las experiencias obtenidas, han demostrado que no la hipótesis no ha sido validada, al alcanzar la condición de regular por el método VIZIR y condición de regular por la metodología PCI	Los resultados han demostrado la incorporación de mejoras, en cuanto a la calidad de servicio del objeto de estudio, con la finalidad de reducir la afectación que tiene el desprendimiento de los agregados y las diferentes fallas existentes

Elaboración los autores.

**Limitaciones:** Dentro de las limitaciones con las que se ha contado a

contar, en la presente investigación, han sido la consideración de dos únicas metodologías de calidad del pavimento, en donde estas han sido el método del VIZIR y PCI. Además, cabe señalar que no se ha considerado la comparativa y evaluación de las calidades ofrecidas por ambas metodologías, sino que se ha centrado más en la determinación de esta misma. En base a ello, es que tampoco se ha considerado el planteamiento de medidas de compensación, para el mejoramiento de la calidad global.

**Recomendaciones:** En base a estas limitaciones, es que se ha establecido que se recomiende a demás investigadores, que desarrollen estrategias de compensación de la calidad total de la vía analizada, en cuanto a la posibilidad de que se analice esta misma por cada tramo, debido a que el valor deberá de ser analizado por zonas de influencia, con el objetivo de evitar un falso verdadero, en términos de condición superficial del pavimento.

### 6.1.2 Hipótesis específica H1

En la siguiente tabla, se demuestra la contrastación de la hipótesis analizada:

Tabla 19: Contrastación de la hipótesis específica H1

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
El índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente	Los resultados obtenidos han corroborado la no contrastación de la hipótesis, centrada principalmente en la condición regular, en la que se ha encontrado el pavimento, por el método VIZIR.	La calidad del pavimento, ha sido de 3.51, demostrando de esta forma una condición regular del objeto de estudio.

Elaboración los autores.

**Validación de hipótesis:** No se ha validado la hipótesis “El índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente”. De igual forma, es que los resultados, en relación al índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, han señalado que el valor promedio de calidad del pavimento, ha sido de 3.51, demostrando de esta forma una condición regular del objeto de estudio. **Contrastación del antecedente:** Peraza (2016) ha señalado que la metodología de estudio VIZIR, suele ser de tipo generalizada, en donde la facilidad y practicidad de uso de esta, conlleva a que su aplicabilidad suela ser desarrollada de forma preliminar, en donde la evaluación puede conllevar a la aplicación de una medida de determinación más precisa, como lo suele ser la metodología PCI, en donde se alcanza una medida de determinación Likert, con puntuaciones que rondan los 0 puntos, hasta los 100 puntos.

Además de lo señalado, la representatividad de la condición regular del pavimento, de acuerdo al método VIZIR, ha sido de 96.05%, en donde las afectaciones más significativas han sido: Desnivel de carril, desprendimiento de agregados y grieta longitudinal. Además de ello, cabe señalar que la distribución de la condición del pavimento, ha demostrado que el primer tercio del tramo, ha contado con una variabilidad importante, en cuanto a la condición de la calidad, tomando valores máximos de 4 puntos y valores mínimos de 2 puntos. Mientras que, el resto del tramo, se ha alcanzado una valoración regular, que ha ido desde una puntuación de entre los 3 a 4 puntos. **Contrastación del antecedente:** Ha sido de esta forma, en la que Amaya y Rojas (2017), han expuesto que uno de los principales inconvenientes de esta metodología, ha sido la generalización y uniformidad de las fallas existentes, en donde la categoría de dos tipos generales, si bien es cierto, es factible, desde un punto de vista práctico, no suele ser de mucha serviciabilidad, cuando se desea ahondar en la

propuesta de medidas de compensación.

### 6.1.3 Hipótesis específica H2

En la siguiente tabla, se demuestra la contrastación de la hipótesis analizada:

Tabla 20: Contrastación de la hipótesis específica H2

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
El índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente	Los resultados obtenidos han corroborado la contrastación de la hipótesis, centrada principalmente en la condición regular, en la que se ha encontrado el pavimento, por el método PCI.	La calidad total de este indicador, ha demostrado que el objeto de estudio, ha sido el regular, con un valor de 51.97, en donde este ha sido el resultado de un promedio de 152 muestra

Elaboración los autores.

**Validación de hipótesis:** No se ha validado la hipótesis “El índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente”. Los resultados, en relación al índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, han demostrado que la calidad total de este indicador, ha demostrado que el objeto de estudio, ha sido el regular, con un valor de 51.97, en donde este ha sido el resultado de un promedio de 152 muestras. **Contrastación del antecedente:** Ghouse et al. (2017) ha señalado que la valoración alcanzada por el método del PCI, se ha caracterizado por alcanzar un nivel de precisión importante, en cuanto a



la posibilidad de que se puedan desarrollar medidas correctivas oportunas, por parte de los interesados. Además de ello, el investigador ha demostrado que al contar con una valoración similar al del presente estudio, las fallas más representativas, han tenido que ver directamente con el desprendimiento de los agregados, generando de esta forma, una repercusión de área, sobre la totalidad del objeto de estudio.

Así mismo, se ha alcanzado una frecuencia de 67 muestras, para una calidad del pavimento “bueno”; con una representatividad del 44.08%. Mientras que, se ha alcanzado un promedio del 23.68%, en una calidad “regular”. Ha sido de esta forma, en la que las fallas más representativas del objeto de estudio, han sido: Desnivel de carril, desprendimiento de agregados y grieta longitudinal. **Contrastación del antecedente:** Sierra y Rivas (2016) han expuesto en su investigación, que una de las fallas con mayor ocurrencia dentro de un pavimento de alto tránsito, han sido las grietas longitudinales, en donde no solo se suma el hecho de que el uso del pavimento genera, cierto desgaste, sino que las condiciones atmosféricas, generan de igual forma, una repercusión negativa, respecto a la condición idónea del pavimento.

Además de ello, la distribución de la condición del pavimento, ha demostrado que las fallas más representativas se han encontrado en la parte final del tramo de los 5 km analizado. Ha sido de esta forma, en la que el primer tercio de tramo, demuestra un indicador de calidad que no ha bajado de los 60 puntos, en el segundo tercio de este, el valor ha rondado los 60 y los 40. Mientras que, en el tramo final, se puede detectar una calidad mínima de 10 puntos.

### 6.1.4 Hipótesis específica H3

En la siguiente tabla, se demuestra la contrastación de la hipótesis analizada:

Tabla 21: Contrastación de la hipótesis específica H3

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
La falla más representativa, determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es la piel de cocodrilo, el hundimiento y las fisuras	La evidencia empírica, ha demostrado que la falla más representativa ha sido el desnivel de carril, debido a que esta se ha encontrado presente en la totalidad del objeto de estudio.	La falla más representativa, en relación a la densidad total alcanzada, ha sido el desnivel de carril, con una representatividad del 47%. Mientras que, la falla de las grietas longitudinales, ha alcanzado una representatividad del 40%.

Elaboración los autores.

**Validación de hipótesis:** Sí se ha validado la hipótesis “La falla más representativa, determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es la piel de cocodrilo, el hundimiento y las fisuras”. En relación a la determinación de la falla más representativa, se ha podido establecer que el desnivel de carril ha alcanzado una densidad máxima de 56.60 a 66.10,

con una frecuencia de representatividad de 82 muestras. Mientras que, la falla de desprendimiento de agregado, ha alcanzado un promedio de 67.30 a 89.30 de densidad, con una frecuencia aproximada de 42 muestras. Así mismo, es que la falla de grieta longitudinal, ha alcanzado un total de densidad, de entre 54.70 a 65.70, con una frecuencia única de 17 muestras. Esto ha demostrado que la falla más representativa, en relación a la densidad total alcanzada, ha sido el desnivel de carril, con una representatividad del 47%. Mientras que, la falla de las grietas longitudinales, ha alcanzado una representatividad del 40%.

**Contrastación del antecedente:** Bullón (2018), ha señalado que un caso similar ha sido alcanzado en su investigación, en donde el desprendimiento de los agregados ha alcanzado una puntuación mayor de afectación, principalmente por los grandes problemas que se han tenido en el ámbito nacional, respecto a la calidad de los agregados, generando de esta forma que la calidad del pavimento total, haya sido mermada por este tipo de fallas, que generan una influencia negativa de área.

## **CONCLUSIONES**

1. La condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, ha alcanzado una condición de calidad regular, para ambas metodologías aplicadas.
2. El índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, ha demostrado que la calidad del pavimento ha sido de 3.51 puntos, demostrando de esta forma, que la calidad ha sido de nivel regular, generando afectaciones principalmente en los últimos dos tercios de tramo, con valores mínimos de 3 puntos de calidad y valores máximos de 4, aproximadamente.
3. En relación al índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, ha demostrado que la calidad del pavimento ha sido de 51.97 puntos, demostrando de esta forma, que la calidad ha sido de nivel regular, generando afectaciones principalmente en el último tercio de tramo, con valores mínimos de 10 puntos de calidad y valores máximos de 90, aproximadamente.

4. La falla más representativa ha sido el desnivel de carril, con una representatividad del 47% y una densidad por longitud promedio de entre 56.60 y 66.10, alcanzando una frecuencia de 82 muestras. Así mismo, es que la densidad máxima alcanzada por esta falla, ha sido de entre 85.10 a 94.60, con una frecuencia de muestras de 18 unidades.

## **RECOMENDACIONES**

1. Desarrollar una comparación entre las condiciones de calidad superficial, por ambas metodologías, con el fin de que se pueda demostrar el grado de eficacia y efectividad para ambos casos.
2. Considerar diagramas de distribución de fallas por cada tramo; así como, la determinación de la representatividad de las mismas, dentro del área de estudio, para así alcanzar a establecer la falla más representativa y el grado de influencia que ha tenido en el desarrollo progresivo de la vía analizada.
3. Proponer una nueva escala para la metodología VIZIR, manteniendo los parámetros generales de esta metodología, con la finalidad de comprender el funcionamiento de este y el nivel de correlación que puede tener, con este cambio de escala.
4. Establecer la determinación de la calidad inicial del pavimento empleado, y la calidad de los agregados que han sido empleados, en los tramos más afectados, con la finalidad de poder demostrar y corroborar, si es que la falla se ha desarrollado por el uso o por las condiciones de construcción.
5. Desarrollar propuestas de mejora, que sean distribuidas por cada tramo, para que pueda alcanzar la determinación adecuada, de la inversión total, considerando medidas de solución que vayan acorde al tipo de falla.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Amaya, A. y Rojas, E. (2017). *Análisis Comparativo Entre Metodologías Vizir Y Pci Para La Auscultación Visual De Pavimentos Flexibles En La Ciudad De Bogotá* (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomás: Bogotá.
- ASTM (2014). *Standard Guide on Metallographic Laboratory Safety* (Informe técnico). ASTM: Estados Unidos. Recuperado de <https://www.astm.org/Standards/E2014.htm>
- Bullón, K. (2018). *Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima – 2018* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo: Lima. Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45984/Bullon\\_LKM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45984/Bullon_LKM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cárdenas, J. (2016). *Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Pavimento Flexible, Para Obtener El Índice De Integridad Estructural Del Pavimento Flexible Y Condición Operacional De La Superficie De Rodadura De La Avenida Carlos La Torre Cortéz, Distrito De Huanta, Provincia De Huanta, Región Ayacucho – Agosto 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Los Ángeles Chimbote: Chimbote.
- Chicchón, E. (2018). *Aplicación De Las Metodologías Pci Y Vizir En La Evaluación Del Estado Del Pavimento Flexible De La Vía De Evitamiento Sur De La Ciudad De Cajamarca* (Tesis de pregrado).

Universidad Privada del Norte: Trujillo.

Coy, O. (2018). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53c comparando los metodos VIZIR y PCI* (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada: Colombia. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16508/CoyPinedaOscarMauricio2017.pdf.pdf?sequence=1>

Enriquez, L. E. (2015). *Determinacion del indice de integridad estructural y condicion operacional superficial de las vias PE1N N y PI-103, aplicando la metodologia PCI, Sullana-Peru. Trujillo-Perú.*

Ghouse, M.; Mirza, A.; Malik, M.; Jawed, A. y Mohammed, A. (2017). Failures in Flexible Pavements and Remedial Measures. *Revista de International Journal of Research*, 4 (1), 945 – 952. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Failures-in-Flexible-Pavements-and-Remedial-GhouseAliKhanH-Javeed/361177a48e9957334c35676aa70cd2fe8cd65efd>

Gobierno Regional de la Libertad - GRLL. (2018). *Pavimentación de Vias en la Libertad. Trujillo*

Guaranda, B. (2017). *Análisis Comparativo De Los Métodos Vizir – Pci Aplicada En Pavimento Flexible Vía Jipijapa – La Mona, Cantón Jipijapa* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal del Sur de Manabí: Ecuador.

INEI (2017). *Perú: Encuesta demográfica* (Informe técnico). INEI: Lima. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1643/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1643/libro.pdf)

Loayza, C. y Benites, J. (2019). *Evaluación del Pavimento Flexible Mediante Métodos Del Pci y Vizir en el Tramo de La Carretera de Monsefu - Puerto Etén* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo: Chiclayo. Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37808/Guevara\\_CRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37808/Guevara_CRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



Ministerio de transportes y Comunicaciones - MTC. (2013). *Manual de Carreteras - Conservación Vial*. Lima: MTC

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Mantenimiento o conservación vial Parte IV* (Informe Técnico). MTC: Lima. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Manual de Carreteras* (Informe Técnico). MTC: Lima. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Morales, M. (2019). *Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión: Juliaca. Recuperado de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1956/Mayuj\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1956/Mayuj_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MTC (2013). *Especificaciones técnicas generales para construcción* (Informe técnico). MTC: Lima. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)

Murga, C y Zerpa, R (2019) *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la Avenida Costa Rica y Prolongación César Vallejo, Trujillo*. (Tesis de pre grado) Universidad Privada Antenor Arrego.

PCI (2002). *Pavement Conditionindex (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras* (Informe Técnico). Ingeniería de Pavimentos:

Manizales.

Recuperado

de

<https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

- Peraza, A. (2016). *Evaluación de un tramo de la carretera rural Santa Clara entronque Vuelta aplicando el método "Pavement Condition Index" y los métodos cubanos* (Tesis de pregrado). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas: Santa Clara. Recuperado de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6892/Tesis%20Arasay%20Peraza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Porta, S. (2016). *Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR) en la avenida mariscal castilla, tramo: fundo el porvenir -La Victoria* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú: Huancayo.
- Sierra, C. y Rivas, A. (2016). *Aplicación Y Comparación De Las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación Y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) En La Upz Yomasa* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia: Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13987/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20VIZIR%20Y%20PCI%202016%20.pdf>
- Tacza, E. y Rodríguez, B. (2018). *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* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: Lima.

## **ANEXOS**

**Anexo I Matriz de consistencia**

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable dependiente:</b> Metodología índice de condición del pavimento (PCI) y VIZIR	Índice estructural del Pavimento	Severidad Densidad Valor deducido Rango de calificación del PCI	<b>Diseño metodológico</b>
¿Cuál es la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?	Determinar la condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	La condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente		Índice de Deterioro Superficial (IS)	Severidad Densidad Valor deducido Rango de calificación VIZIR.	Tipo de investigación: Aplicada  Diseño de la investigación: No experimental – Descriptivo – Transversal  Nivel de investigación: Descriptivo  Enfoque de la investigación: Mixto
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable independiente:</b>	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo	<b>Población y muestra</b>
¿Cuál es el índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la	Evaluar el índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de	El índice superficial del pavimento, mediante la metodología VIZIR, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo,	Condición superficial del pavimento flexible		Baches	Población: la carretera vecinal, tramo KM 00+00 al KM 05+00, de los distritos de La Victoria y Monsefú, ubicado en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, representada por 152

provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?	Chiclayo, departamento de Lambayeque	departamento de Lambayeque, es de estado deficiente				unidades de muestreo  Muestra: 109 unidades de muestreo
¿Cuál es el índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?	Identificar el índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	El índice superficial del pavimento, mediante la metodología PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es de estado deficiente			Exudación	<b>Instrumentos de recolección de datos</b>  Ficha de evaluación del pavimento (PCI y VIZIR)
¿Cuál es la falla más representativa determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?	Analizar la falla más representativa, determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	La falla más representativa, determinada por la evaluación de la condición del pavimento, mediante la metodología VIZIR y PCI, de la carretera vecinal tramo Km 00+00 al Km 05+00 de los Distritos de la Victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es la piel de cocodrilo, el hundimiento y las fisuras			Fisuras Hundimiento	<b>Procedimiento</b>  1. Inspección visual de la zona a evaluar  2. Aplicación de fichas de evaluación de pavimento, por el método PCI y VIZIR  3. Análisis de los resultados  4. Determinación del estado del pavimento  5. Determinación de la falla más

						representativa
						6. Comparación de resultados por ambas metodologías
						7. Discusión y conclusión de resultados

**Anexo II Fichas de recolección de datos PCI**

**Anexo III Fichas de recolección de datos VIZIR**