

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“COMPARACIÓN DE LOS METODOS MTC, PCI Y VIZIR  
APLICADO EN LA AV. TELÉGRAFOS,  
CAMANÁ – AREQUIPA, 2023”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DENILSON RAMIN TORRES ZUBIZARRETA**

**Bach. RODRIGO ALONSO NINA CALDERON**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“COMPARACIÓN DE LOS METODOS MTC, PCI Y VIZIR  
APLICADO EN LA AV. TELÉGRAFOS,  
CAMANÁ- AREQUIPA, 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 15 de diciembre de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ**

**SECRETARIO : Mtro. JIMMI YURY SILVA CHARAJA**

**VOCAL : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN  
JUARÉZ**

**ASESOR : Mtro. BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Denilson Ramon Torres Zubizarreta y Rodrigo Alonso Nina Calderon, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71889506 y 73675578 respectivamente, así como Boris Jaime Chique Calderón con DNI 43115542; declaramos en calidad de autores y asesor que:

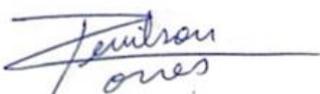
1. Somos los autores de la tesis titulado: “*Comparación de los Métodos MTC, PCI y VIZIR aplicado en la Av. telégrafos, Camaná - Arequipa, 2023*”, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 15 de diciembre de 2023

  
Denilson Ramon Torres Zubizarreta  
DNI: 71889506

  
Rodrigo Alonso Nina Calderon  
DNI: 73675578

  
Boris Jaime Chique Calderón  
DNI: 43115542

## DEDICATORIA

Esto va dedicado primeramente a Dios, que me ha dado la fortaleza espiritual y física para continuar en este largo camino como estudiante.

A mi familia, empezando por mi amada madre Elena Elvira Calderon, gracias por todo el amor que me dio dándome la confianza de que puedo lograr todo lo que me propongo, gracias su apoyo incondicional de cada día en los buenos y malos momentos siempre estuvo conmigo guiándome, aconsejándome y motivándome.

También se lo dedico a mi padre Fernando Raúl Nina Mena, que desde que desde pequeño siempre estuvo motivándome para poder culminar mis estudios, siempre recibí su apoyo en todo momento sentando como base profesional la perseverancia y la responsabilidad.

A mi hermana Iveth Nayeli Nina Calderon, que siempre estuvo conmigo motivándome anímicamente por sus consejos y por su apoyo incondicional.

Rodrigo Alonso Nina Calderon

## DEDICATORIA

A mi amada madre Sandra Elizabeth Zubizarreta Chirinos, por estar a mi lado y ser mi soporte en días complicados, por tu apoyo incondicional, siendo tú mi fortaleza y motivación para seguir logrando mis metas.

A mi querido padre Ramón Benito Torres Pastrana, por tu apoyo y sacrificio, creer en mi capacidad, fomentando en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

Denilson Ramón Torres Zubizarreta

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por brindarnos salud y guiarnos en cada paso, por permitirnos culminar con el desarrollo de nuestra tesis de una manera satisfactoria.

Así también a nuestra casa de estudios, la Universidad Privada de Tacna, quién ha sido como nuestro segundo hogar, en la cual hemos adquirido conocimientos a través de los buenos docentes y profesionales que forman parte de ella, siendo así la base principal para seguir creciendo de manera profesional.

Deseamos también reconocer el trabajo y la orientación de nuestro asesor de tesis, Mtro. Boris Jaime Chique Calderón. Su apoyo, su conocimiento y su constante guía han sido cruciales para avanzar en este importante paso de nuestras vidas académicas.

Por último, queremos hacer una mención especial a nuestras familias. Su confianza y apoyo incondicional han sido el motor que nos impulsa a alcanzar nuestras metas y convertir nuestros sueños en realidad. Sin su amor y aliento, este logro no habría sido posible.

Rodrigo Alonso Nina Calderon  
Denilson Ramón Torres Zubizarreta

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos .....	4
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.3.1 Desde el punto de vista científico.....	4
1.3.2 Desde el punto de vista social .....	5
1.3.3 Desde el punto de vista económico .....	5
1.3.4 Desde el punto de vista ambiental .....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos .....	6
1.5. Hipótesis.....	6
1.5.1. Hipótesis general .....	6
1.5.2. Hipótesis específicas .....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Segmento Internacional.....	7
2.1.2. Segmento nacional.....	8
2.1.3. Segmento Local .....	10
2.2. Bases teóricas .....	12
2.2.1. Método MTC.....	12
2.2.2. Método PCI .....	20

2.2.3. Método Vizir .....	35
2.3. Definición de términos.....	38
2.3.1. Pavimento Flexible .....	38
2.3.2. Serviciabilidad .....	38
2.3.3. Comparación superficial del pavimento flexible .....	39
2.3.4. Evaluación superficial del pavimento flexible.....	39
2.3.5. Vía.....	40
2.3.6. Evaluación del pavimento.....	40
2.3.7. Mantenimiento.....	40
2.3.8. Mantenimiento superficial.....	40
2.3.9. Rehabilitación del pavimento.....	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	42
3.1. Diseño de la Investigación .....	42
3.2. Acciones y Actividades .....	42
3.2.1. Ubicación .....	42
3.2.2. Estudio de campo.....	43
3.3. Materiales e instrumentos .....	43
3.4. Población y/o muestra de estudio .....	44
3.4.1. Población .....	44
3.4.2. Muestra .....	44
3.5. Operacionalización de variable .....	44
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	45
3.6.1. Metodología MTC.....	46
3.6.2. Metodología PCI.....	49
3.6.3. Metodología Vizir.....	54
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	58
4.1. Resultado aplicando el MTC .....	58
4.1.1. Determinación de las unidades de muestra.....	58
4.2. Resultado aplicando el método PCI .....	76
4.3. Resultados obtenidos con la metodología Vizir.....	105
4.3.1. Determinación de las unidades de muestra.....	105
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	123
CONCLUSIONES .....	125
RECOMENDACIONES.....	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
ANEXOS.....	130

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de investigación .....	17
Tabla 2. “Grado de extensión de los deterioros del pavimento” .....	19
Tabla 3. “Clase de densidad de los baches (Huecos) de los pavimentos” .....	20
Tabla 4. Ancho de Influencia de las Fisuras longitudinales y Transversales clasificado de acuerdo con su severidad .....	20
Tabla 5. Rangos de Calificación del PCI.....	21
Tabla 6. Formato metodología Pavement Condition Index .....	22
Tabla 7. Daños tipo A (Vizir) .....	36
Tabla 8. Daños tipo B (Vizir) .....	36
Tabla 9. Rangos de clasificación Vizir.....	38
Tabla 10. Características Geométricas de la Vía .....	44
Tabla 11. Operacionalización de variables de investigación .....	45
Tabla 12. Clasificación de condición.....	47
Tabla 13. Clasificación de condición.....	48
Tabla 14. Tipos de conservación según calificación de condición .....	48
Tabla 15. Longitud de unidades de muestreo estimado.....	49
Tabla 16. Intervención de acuerdo al PCI.....	54
Tabla 17. Evaluación visual y medición de los tipos de fallas según el nivel de grave DAD, Leve (1), Medio (2) y Alta (3) .....	55
Tabla 18. Longitud de unidades de muestreo estimado.....	57
Tabla 19. Obtenido por cada tramo por medio del MTC .....	74
Tabla 20. Estado y Mantenimiento requerido metodología MTC .....	75
Tabla 21. Resumen de los tramos a evaluar aplicando metodología PCI .....	77
Tabla 22. Resumen de clasificación de PCI.....	103
Tabla 23. Clasificación de las muestras PCI.....	104
Tabla 24. Resultados obtenidos de cada tramo con la metodología Vizir .....	121
Tabla 25. Estado y Mantenimiento requerido metodología Vizir .....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y extensión en la zona de estudio .....	43
Figura 2. Tipos de Conservación según calificación de condición .....	48
Figura 3. Evaluación visual y medición de los tipos de fallas según el nivel de severidad, leve (L), medio (M) y alta (H).....	51
Figura 4. Flujo grama para determinar el (Is).....	56
Figura 5. Unidades de muestreo aplicando metodología MTC .....	58
Figura 6. Obtenido para MTC - muestra 1 .....	60
Figura 7. Obtenido para MTC - muestra 2 .....	62
Figura 8. Obtenido para MTC - muestra 3 .....	64
Figura 9. Obtenido para MTC - muestra 4 .....	66
Figura 10. Obtenido para MTC - muestra 5 .....	68
Figura 11. Obtenido para MTC - muestra 6 .....	70
Figura 12. Obtenido para MTC - muestra 7 .....	72
Figura 13. Porcentaje de condición obtenida con el método MTC .....	75
Figura 14. Unidades de muestreo aplicando metodología PCI .....	77
Figura 15. Obtenido para PCI - muestra M – 1 .....	79
Figura 16. Obtenido para PCI - muestra M – 2 .....	81
Figura 17. Obtenido para PCI - muestra M – 3 .....	83
Figura 18. Obtenido para PCI - muestra M – 4 .....	85
Figura 19. Obtenido para PCI - muestra M - 5.....	87
Figura 20. Obtenido para PCI - muestra M – 6 .....	89
Figura 21. Obtenido para PCI - muestra M – 7 .....	91
Figura 22. Obtenido para PCI - muestra M – 8 .....	93
Figura 23. Obtenido para PCI - muestra M – 9 .....	95
Figura 24. Obtenido para PCI - muestra M – 10 .....	97
Figura 25. Obtenido para PCI - muestra M – 11 .....	99
Figura 26. Obtenido para PCI - muestra M – 12 .....	101
Figura 27. Resumen de los tramos a evaluar aplicando metodología PCI .....	104
Figura 28. Condición del pavimento flexible.....	105
Figura 29. Unidades de muestreo aplicando metodología Vizir .....	105
Figura 30. Obtenido para Vizir - muestra M – 1 .....	107
Figura 31. Obtenido para Vizir - muestra M – 2 .....	108
Figura 32. Obtenido para Vizir - muestra M – 3 .....	109
Figura 33. Obtenido para Vizir - muestra M – 4 .....	110

Figura 34. Obtenido para Vizir - muestra M – 5 .....	111
Figura 35. Obtenido para Vizir - muestra M – 6 .....	112
Figura 36. Obtenido para Vizir - muestra M – 7 .....	113
Figura 37. Obtenido para Vizir - muestra M – 8 .....	114
Figura 38. Obtenido para Vizir - muestra M – 9 .....	115
Figura 39. Obtenido para Vizir - muestra M – 10 .....	116
Figura 40. Obtenido para Vizir - muestra M – 11 .....	117
Figura 41. Obtenido para Vizir - muestra M – 12 .....	118
Figura 42. Obtenido para Vizir - muestra M – 13 .....	119
Figura 43. Obtenido para Vizir - muestra M – 14 .....	120
Figura 44. Porcentaje de condición con el método Vizir.....	122

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realiza una evaluación de las patologías del pavimento asfáltico en Av. Telégrafos de la provincia de Camaná - Arequipa, la avenida tiene una longitud de 1400 m y un ancho de calzada de 6,50 m. El objetivo de la investigación es evaluar las patologías del pavimento asfáltico en las vías principales de la provincia de Camaná - Arequipa, mediante el método MTC, PCI y VIZIR el cual determina la condición superficial en que se encuentra el pavimento, siendo así en la evaluación de la metodología MTC, se obtuvo 7 tramos evaluados cada tramo de 200 m, teniendo un área de 1300 m<sup>2</sup>, en el tramo km 0+000,00 a km 0+200,00 obtuvimos un estado bueno, km 0+200,00 a km 0+400,00 obtuvimos un estado bueno, km 0+400,00 a km 0+600,00 obtuvimos un estado bueno, km 0+600,00 a km 0+800,00 obtuvimos un estado bueno, km 0+800,00 a km 1+000,00 obtuvimos un estado bueno, km 1+000,00 a km 1+200,00 obtuvimos un estado bueno, km 1+200,00 a km 1+400,00 obtuvimos un estado bueno. El promedio de la condición evaluada en la Av. Telégrafos muestra que es bueno, con un tipo de conservación rutinaria. En la evaluación mediante el método PCI, se analizaron 12 muestras de un total de 35 m lineales, abarcando un área de 227,5 m<sup>2</sup>. De estas, la muestra 1 arrojó un índice PCI de 27,76, siendo clasificada como mala, mientras que la muestra 2 tuvo un rango PCI de 25,89, también clasificada como mala. La muestra 3 indicó un rango PCI de 29,63 con un resultado igualmente malo. En cuanto a la muestra número 4, se obtuvo un rango PCI de 58,9, lo que la clasifica como buena, mientras que la muestra 5 mostró un rango PCI de 60,9, resultando también buena. La muestra 6 presentó un rango de 23,79, lo cual, según los estándares del PCI, se considera muy malo. La muestra número 7 tuvo un PCI de 48,02, resultando en clasificaciones regulares. Las muestras 8, 9, 10 y 11 presentaron un PCI de 24,84, siendo consideradas malas. Finalmente, la muestra número 12 obtuvo un puntaje PCI de 14,8, clasificándola como muy mala. Usando el método VIZIR, se evaluaron 14 muestras que abarcaron 100ml, con un área total de 650 m<sup>2</sup>. En este método, las muestras 1 y 2 mostraron un resultado VIZIR de 6, clasificada como mala. La muestra 3 tuvo un rango VIZIR de 4, resultando en pavimento regular. Las muestras 4, 5, 6 y 7 indicaron un rango VIZIR de 1, catalogándose como buena. La muestra número 8 también obtuvo un rango VIZIR de 6, siendo clasificada como mala, mientras que las muestras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 mostraron un rango VIZIR de 5, considerándose estas malas.

**Palabras clave:** pavimento; index; auscultación; vizir.

## ABSTRACT

In the present research work, an evaluation of the pathologies of the asphalt pavement is carried out on Av. Telégrafos in the province of Camaná - Arequipa, the avenue has a length of 1400 meters and a road width that varies from 6,50 meters. The objective of the research is to evaluate the pathologies of the asphalt pavement on the main roads of the province of Camaná - Arequipa, using the MTC, PCI and Vizir method which determines the surface condition in which the pavement is located, thus being in the evaluation. From the MTC methodology, 7 evaluated sections were obtained, each section of 200 meters, having an area of 1300 m<sup>2</sup>, in the section KM 0+000,00 to KM 0+200,00 we obtained a Good status, KM 0+200,00 to KM 0+400,00 we obtained a status good, KM 0+400,00 to KM 0+600,00 we obtained a status Good, KM 0+600,00 to KM 0+800,00 we obtained a status Good, KM 0+800,00 to KM 1+000,00 we obtained a status Good, KM 1+ 000,00 to KM 1+200,00 we obtained a Good status, KM 1+200,00 to KM 1+400,00 we obtained a good status. The average condition calculated on Av. Telégrafos indicates that it is good, with a type of routine conservation, in the PCI method 12 samples of 35 linear meters were evaluated with a total area of 227,5 m<sup>2</sup> of which sample 1 gives us a PCI result of 27,76 being Bad, sample 2 having a PCI rank of 25,89 being a bad pavement, in sample 3 it tells us that it has a PCI rank of 29,63 having a result of bad, in our sample number 4 we obtained a PCI rank 58,9 being a good result, in sample 5 we obtained a PCI rank of 60,9, I feel a good result, in sample 6 we obtained a rank of 23,79 According to the PCI parameters, being a Very bad result, in sample number 7 we had a PCI of 48,02 being a regular result, in sample 8; 9; 10 and 11 we obtained a PCI score of 24,84, being a bad result, in sample number 12 we obtained a PCI score of 14,8, which is a very bad result, in the Vizir method, 14 samples of 100 linear meters were evaluated, with a total area of 650 m<sup>2</sup> of which sample 1 and 2 gives us a Vizir result of 6 being bad, sample 3 having a Vizir rank of 4 being a regular pavement, in samples 4, 5, 6 and 7 it indicates that it has a Vizir rank of 1 being good, in our sample number 8 we obtained a Vizir rank of 6, which is a bad result, in sample 9, 10, 11, 12, 13 and 14 we obtained a Vizir rank of 5, which is a bad result.

**Keywords:** pavement; Index; auscultation; Vizir.

## INTRODUCCIÓN

Dado que la infraestructura vial está expuesta a cargas continuas, altos volúmenes de tráfico y riesgos asociados a movimientos telúricos o variaciones climáticas, entre otros elementos, las características estructurales del pavimento sufren modificaciones. Estas alteraciones pueden inducir fallos o deterioro, comprometiendo la calidad percibida por los usuarios y afectando negativamente la integridad de la superficie vial.

En la presente investigación, se implementarán los métodos MTC, PCI y Vizir, ajustándolos al contexto local. Cada uno de estos métodos se utilizará para valorar los diversos tipos de deterioro, ya sea de naturaleza funcional o estructural, clasificándolos según su estado actual. El proceso se llevará a cabo mediante la inspección superficial del pavimento flexible, teniendo en cuenta las distintas patologías observadas y registrándolas en los formatos correspondientes a cada una.

Utilizando la metodología del MTC, se llevó a cabo un exhaustivo análisis para evaluar la condición del pavimento. Las fallas fueron clasificadas en dos categorías: superficiales y estructurales. La primera, que demanda rehabilitación, conlleva un elevado costo, mientras que la segunda, asociada a mantenimientos periódicos, presenta un costo más reducido. Este análisis facilitó la identificación de los métodos de reparación o rehabilitación más idóneos, considerando tanto la funcionalidad como la economía.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) fue creado por el Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, en cooperación con los ingenieros Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, entre los años 1974 y 1976. Este sistema se diseñó con el objetivo de establecer un marco que facilite la gestión del mantenimiento de pavimentos tanto rígidos como flexibles. El método evalúa la calidad de la superficie de asfalto de acuerdo con el estándar ASTM D6433-03, a través de una inspección visual que permite detectar la gravedad, el tipo y la cantidad de fallas existentes.

Por otro lado, la metodología francesa Vizir se enfoca en la evaluación de las condiciones superficiales de pavimentos asfálticos. Basada en las pautas de la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos en Carreteras, esta metodología se encarga de clasificar el estado de la superficie de los pavimentos flexibles. Su característica distintiva es una clasificación inicial que divide los daños en dos tipos: el tipo A, que se relaciona con problemas estructurales, y el tipo B, que está relacionado con aspectos funcionales.

Se evaluó la Av. Telégrafos en un tramo que abarca desde la Av. Córdoba hasta la vía de la Panamericana Sur PE-1S. Al concluir este análisis, se formularon conclusiones sobre el estado actual de la avenida, así como las posibles causas subyacentes de los deterioros observados.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

Hoy en día las vías públicas, las vías públicas, caminos y carreteras juegan un rol crucial en el desarrollo socioeconómico de un país, ya que permiten conectar regiones y facilitar el flujo de bienes y personas. La expansión de las redes de transporte trae consigo múltiples beneficios: acorta los tiempos de viaje, reduce costos operativos, y mejora la calidad de vida de los usuarios. El transporte incide de manera directa en la economía, tanto en áreas urbanas como rurales, impactando en la productividad y el acceso a oportunidades. Por lo tanto, es fundamental contar con un programa eficiente que garantice el desarrollo de proyectos viales de calidad, desde su diseño hasta su ejecución, poniendo especial énfasis en la correcta instalación de pavimentos. Sin embargo, el éxito de estos proyectos no se asegura únicamente con su construcción, ya que, sin un adecuado programa de mantenimiento, las vías pueden presentar daños que afecten la circulación y la seguridad de los usuarios.

En el caso específico de la Avenida Telégrafos, que se extiende desde la cuadra 1 de la Avenida Córdoba hasta la Panamericana Sur (PE-1S), con una longitud de 1,4 km y dos carriles, se han detectado problemas en la superficie del pavimento. Estos problemas incluyen fallas y deterioros que afectan la capa exterior, comprometiendo la durabilidad y el buen estado del camino. Para asegurar que esta vía se mantenga en condiciones óptimas y libre de daños, es imprescindible la implementación de un plan de mantenimiento adecuado, ajustado al ciclo de vida del pavimento. Esto permitirá prevenir el surgimiento de defectos durante su periodo de uso. La aparición de deterioros es comúnmente resultado de la ausencia de un mantenimiento integral en las vías, lo que genera inconvenientes y posibles riesgos para quienes las transitan.

En muchas ciudades del Perú, se observa que las carreteras y avenidas pavimentadas presentan un estado de deterioro significativo, afectando negativamente la calidad del servicio que se brinda a los ciudadanos. Esta situación no solo obstaculiza el tránsito, sino que también genera costos elevados en términos de reparaciones y tiempo perdido, afectando directamente la economía de las áreas urbanas. Frente a esta problemática, el propósito de esta investigación es comparar las metodologías de evaluación del pavimento que se utilizan a nivel nacional con aquellas empleadas en otros países, ya que las normas extranjeras suelen ser más avanzadas y eficaces que las peruanas.

La investigación se enfocará en analizar y comparar tres metodologías: la del MTC, el PCI, por sus siglas en inglés, y la metodología Vizir. El objetivo es determinar cuál de estas es la más adecuada para evaluar el estado superficial del pavimento flexible en la Avenida Telégrafos, Arequipa. Cada una de estas metodologías emplea diferentes parámetros y criterios que permiten una evaluación precisa del deterioro de la vía. De este modo, se podrá obtener información relevante para la toma de decisiones orientadas a mejorar la infraestructura vial.

La evaluación resultante proporcionará una base sólida para definir acciones que mejoren el índice de serviciabilidad de la avenida en estudio, optimizando así la transitabilidad y seguridad vial para los usuarios.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo comparamos los métodos MTC, PCI Y Vizir aplicado en la Av. Telégrafos, Camaná – Arequipa, 2023?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a. ¿Cómo se determina la evaluación mediante el método MTC en la Av. Telégrafos?
- b. ¿Cómo se determina la evaluación mediante el método PCI en la Av. Telégrafos?
- c. ¿Cómo se determina la evaluación mediante el método Vizir en la Av. Telégrafos?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

### **1.3.1 Desde el punto de vista científico**

La justificación de la presente investigación se basa en la creciente necesidad de asegurar condiciones adecuadas para las vías de tránsito en las zonas urbanas. A lo largo del tiempo, las infraestructuras viales tienden a deteriorarse gradualmente, lo que se traduce en un deterioro superficial que impacta negativamente la experiencia de conducción. Con el fin de abordar esta problemática, la investigación pretende ofrecer una solución integral que evalúe el estado actual del pavimento. A través de este análisis, se buscarán alternativas eficaces para mitigar el deterioro existente y mejorar

la calidad del servicio vial, beneficiando tanto a los usuarios de la vía como a la comunidad en general.

### **1.3.2 Desde el punto de vista social**

Desde una perspectiva social, la justificación de esta investigación se sustenta en el impacto que el deterioro de las vías tiene sobre los principales usuarios: conductores y peatones. La avenida bajo estudio se encuentra en un estado crítico, caracterizado por diversas irregularidades en su superficie. Dado que el rendimiento esperado del pavimento flexible, cuando recibe un mantenimiento adecuado de manera rutinaria y periódica, oscila entre 10 y 15 años, la actual situación provoca serias incomodidades y riesgos durante la circulación, afectando así la calidad de vida de quienes transitan por esta área.

### **1.3.3 Desde el punto de vista económico**

La investigación también posee un enfoque económico, ya que los conductores son quienes más sufren las consecuencias de los graves defectos en la superficie del pavimento flexible. Estas deficiencias incrementan notablemente los gastos de mantenimiento de los automóviles, afectando la eficiencia y la economía de los usuarios. Al abordar estas fallas, se busca no solo mejorar las condiciones del pavimento, sino también reducir los gastos operativos de los vehículos, lo que a su vez podría tener un efecto positivo en la economía local y nacional.

### **1.3.4 Desde el punto de vista ambiental**

Asimismo, la presente investigación se justifica desde un enfoque ambiental, dado que el estado actual de la vía contribuye a la contaminación del aire. Esta situación se agrava por la presencia de partículas en suspensión generadas por el contacto de los neumáticos con los baches existentes en la superficie. Al realizar una evaluación exhaustiva del estado de la vía, el estudio tiene como objetivo mejorar su Índice de Condición. De esta manera, no solo se busca optimizar la infraestructura vial, sino también contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y fomentar un entorno más saludable para la comunidad.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar los métodos MTC, PCI Y Vizir aplicando en la Av. Telégrafos, Camaná – Arequipa, 2023

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Evaluar la superficie del pavimento por el método MTC en la Av. Telégrafos
- b. Evaluar la superficie del pavimento por el método PCI en la Av. Telégrafos
- c. Evaluar la superficie del pavimento por el método Vizir en la Av. Telégrafos

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Evaluando con la metodología MTC, PCI Y Vizir, con el método MTC se tiene una condición buena, con el método PCI se obtiene una condición mala y con el método Vizir se tiene una condición regular en la av. Telégrafos

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. Mediante el método MTC se obtiene una condición buena
- b. Mediante el método PCI se obtiene una condición muy buena
- c. Mediante el método Vizir se obtiene una condición regular

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Segmento internacional

Coy (2017) en su tesis titulada “Evaluación y análisis superficial del pavimento flexible en la calle número 134 entre el tramo número 52a y 53c, equiparando los métodos Vizir y PCI”. Llevó a cabo un diagnóstico detallado que permitió identificar las diferencias existentes entre las metodologías PCI (Pavement Condition Index) y Vizir. Aunque ambos métodos ofrecen datos que son bastante congruentes, resulta fundamental emplear ambos enfoques para llevar a cabo una evaluación integral. Sin embargo, es importante señalar que uno de estos métodos presenta una menor complejidad en su aplicación, lo que significa que la elección entre uno u otro dependerá del juicio del ingeniero encargado del análisis. La correcta selección del método es esencial para lograr resultados precisos y garantizar que el estado del pavimento se mantenga óptimo, previniendo futuros deterioros que puedan surgir de un uso inadecuado de la metodología. En términos comparativos, el método Vizir demostró ser notablemente más conciso, rápido y fácil de comprender en comparación con el PCI, lo que puede representar una ventaja significativa en situaciones donde se requiere una evaluación ágil y efectiva. Además, esta simplicidad puede resultar en una reducción del tiempo y los recursos invertidos en la inspección, haciendo que sea un método atractivo para ingenieros y técnicos en el campo de la ingeniería civil.

Ceron (2006) desarrolló la tesis “Evaluación y Comparación de Metodologías Vizir Y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (PR 00+000 – PR 02+600)”. A partir de los resultados obtenidos mediante un enfoque práctico y el análisis de la información recolectada usando las metodologías propuestas (PCI y Vizir), se determinó que el pavimento evaluado tiene una clasificación media de 53,55, lo que corresponde a un estado "Regular" según el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Asimismo, según la metodología Vizir, se le asignó una calificación de 3, también en la categoría "Regular", lo que indica una concordancia significativa entre ambas evaluaciones. Por otro lado, para el tramo 2, que consiste en pavimento rígido, la calificación se elevó a 86,9, categorizándose como "Excelente". A pesar de que se identificaron algunas fallas en este segmento, la severidad de estos daños no fue suficientemente alta como para afectar de manera adversa la calificación general, lo que resultó en una evaluación que

se considera favorable. Este análisis no solo resalta la condición de los pavimentos en cuestión, sino que también pone de manifiesto la efectividad de las metodologías de evaluación utilizadas.

Amaya y Rojas (2017) Dicha investigación: "Análisis comparativo entre las Metodologías Vizir y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá", tuvieron como objetivo comparar dos métodos ampliamente utilizados para evaluar el deterioro de los pavimentos: el PCI y el Vizir. Ambos métodos presentan criterios de evaluación y clasificación que se diferencian considerablemente. El método Vizir clasifica los daños en dos categorías: estructurales (denominados tipo A) y funcionales (tipo B). No obstante, para el cálculo del índice superficial (Is), solo toma en cuenta los daños estructurales, lo que simplifica su aplicación. Por otro lado, el método PCI incluye todos los tipos de daños presentes en el pavimento, lo que le confiere un enfoque más exhaustivo. Esta diferencia en los criterios de evaluación provoca que el PCI aplique una clasificación más rigurosa en algunos tramos, generando una mayor variabilidad en los resultados en comparación con el Vizir. En contraste, el método Vizir ofrece una evaluación más homogénea en las diferentes unidades de muestreo, facilitando la interpretación de los resultados en distintos carriles de la vía analizada. Además, el PCI tiene un rango de calificación más amplio, lo que le otorga una ventaja en términos de precisión en la evaluación del estado del pavimento. Esta característica es clave para la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento y gestión de las infraestructuras viales. En resumen, la elección entre el método Vizir o el PCI dependerá de los objetivos del análisis y de si se requiere un enfoque más detallado o simplificado para la evaluación del pavimento.

### **2.1.2. Segmento nacional**

Jiménez (2021), en su tesis titulada "Aplicación de las metodologías PCI Y Vizir en la evaluación superficial del pavimento flexible del Ovalo la Marina hasta KM 680 - Trujillo", buscó evaluar y clasificar los deterioros presentes en la superficie del pavimento flexible de una vía importante en Trujillo. Las metodologías empleadas, el PCI y el Vizir, permitieron un análisis profundo de la infraestructura vial, midiendo el grado de deterioro de la superficie del pavimento. El PCI es un método ampliamente utilizado a nivel internacional que clasifica el estado de un pavimento en función de un índice que va de 0 a 100, donde los valores más bajos indican peores condiciones. Por otro lado, Vizir es una metodología europea desarrollada por el INRETS, diseñada para evaluar pavimentos basándose en una escala cuantitativa. En el estudio el resultado del PCI fue

de 41,7, lo que corresponde a un estado subóptimo o regular del pavimento, evidenciando que requiere intervenciones correctivas. De forma similar, el valor obtenido a través de la metodología Vizir fue de 3,29, también calificado como regular, lo que respalda las conclusiones obtenidas con el método PCI. Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la identificación de la fisuración longitudinal como el tipo de deterioro más común a lo largo de todo el tramo evaluado. Este tipo de daño está relacionado con fallas en la modulación estructural del pavimento, probablemente causadas por una insuficiente planificación y diseño, así como por la falta de un mantenimiento adecuado. La fisuración longitudinal es un tipo de falla que puede empeorar con el tiempo si no se aborda, lo que podría llevar a mayores costos de reparación y una reducción significativa en la vida útil de la infraestructura vial. Este resultado subraya la importancia de implementar un mantenimiento preventivo adecuado, con el fin de prolongar la durabilidad del pavimento y mejorar las condiciones de circulación. Finalmente, el estudio concluyó que para mejorar el estado de las vías y evitar un deterioro prematuro, es crucial la adopción de prácticas de mantenimiento más rigurosas y la modulación adecuada del pavimento, especialmente en tramos de alta circulación. Esto permitirá no solo mejorar la seguridad vial, sino también optimizar los recursos destinados a la gestión de infraestructuras viales.

Guevara (2019), desarrollo la tesis “Evaluación del Pavimento Flexible Mediante Métodos Del PCI y Vizir en el Tramo de La Carretera de Monsefu - Puerto Etén”, , desarrollada en la Universidad César Vallejo, realizó un análisis detallado sobre la calidad del pavimento flexible de un tramo vial clave en el norte de Perú. El objetivo principal de su estudio fue evaluar el estado del pavimento utilizando dos metodologías de reconocimiento internacional: el PCI y el Vizir. Los resultados del análisis evidenciaron que el PCI arrojó un índice de 33,80%, lo que clasificó el pavimento en un estado malo, indicando la necesidad de intervenciones urgentes para evitar un mayor deterioro. Por otro lado, el método Vizir calificó el pavimento con un índice de 3,97, lo que lo ubicó en una categoría de estado regular. Esta diferencia entre ambos métodos refleja la variabilidad en los enfoques y los niveles de detalle que cada uno proporciona. La investigación puso de manifiesto que, aunque ambos métodos ofrecen resultados valiosos, el PCI se destaca como la herramienta más adecuada para una evaluación detallada del estado del pavimento. Esto se debe a que el PCI ofrece una escala más precisa, con valores que oscilan entre 0 (pavimento en condiciones severamente dañadas) y 100 (pavimento en condiciones óptimas). Esta precisión permite un análisis más detallado del tipo y gravedad de los deterioros, lo que resulta crucial para planificar intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo. El estudio concluyó que, en

términos de gestión vial, el uso del PCI proporciona una visión más comprensible y útil para los responsables de la infraestructura, ya que permite identificar de manera más clara las áreas que requieren atención inmediata. Además, se destacó la importancia de realizar evaluaciones periódicas con métodos estandarizados como el PCI, ya que estas evaluaciones permiten garantizar la seguridad en la circulación vehicular y optimizar la durabilidad de las carreteras, evitando costos mayores a largo plazo. Guevara también subrayó la necesidad de que las autoridades implementen un plan de mantenimiento adecuado basado en los resultados de las evaluaciones, lo que permitirá prolongar la vida útil de las vías y mejorar las condiciones de transporte, fundamentales para el desarrollo económico de la región.

Mau y Vidal (2022), desarrollaron la tesis “Estudio Comparativo del Método PCI, Vizir y MTC en la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible, Urb. buenos Aires 1Era Etapa, Nuevo Chimbote - 2022”, en la Universidad César Vallejo. Tiene como fin llevar a cabo una evaluación preliminar del pavimento flexible utilizando tres métodos específicos: MTC, PCI y Vizir. En las conclusiones del estudio, se indica que el método Vizir obtuvo una puntuación de 3,56, situándose en la clasificación de "bueno". Igualmente, el método PCI recibió una puntuación de 64,38, lo que también lo coloca dentro de la categoría de “bueno”. Asimismo, se determinó que los resultados del método MTC también se ubican en la categoría de bueno. A nivel general, los tres métodos analizados demostraron ser apropiados para la evaluación de pavimentos flexibles, presentando resultados que son relativamente similares entre sí. Sin embargo, se destacan algunas diferencias en sus características: el método Vizir es reconocido por su rapidez en la ejecución, lo que lo convierte en una opción favorable cuando se requiere una evaluación veloz. En contraste, el PCI es un método más exhaustivo que demanda una mayor inversión de tiempo para su aplicación. El método MTC, que solamente considera 11 tipos de fallas, se presenta como una opción más ágil y precisa en comparación con el Vizir, aunque resulta menos exhaustivo que el método PCI. Esto sugiere que cada método tiene sus propias ventajas y desventajas, lo que permite seleccionar el más adecuado según las necesidades específicas de la evaluación del pavimento.

### **2.1.3. Segmento local**

Vargas y Limaco (2019), desarrollaron la tesis “Análisis comparativo de métodos superficiales PCI y Vizir aplicados sobre el pavimento en la Av. Collpa - Tramo Av. Costanera hasta Ovalo Cuzco de la ciudad de Tacna – 2018”, de la Universidad Privada

de Tacna. El propósito fue realizar un análisis comparativo entre los métodos de evaluación de pavimentos PCI (Índice de Condición del Pavimento) y Vizir. A partir de esta evaluación con el método PCI, se obtuvieron los siguientes resultados: el primer tramo mostró un índice PCI de 58,3; el segundo tramo presentó un PCI de 72,1; y el tercer tramo tuvo un PCI de 69,0. Según la escala de clasificación del PCI, estos resultados indican que el estado actual del pavimento es satisfactorio. En contraste, al aplicar el método Vizir, las puntuaciones finales fueron de 3,45 para el primer tramo, 3,73 para el segundo, y 3,88 para el tercero, lo que resultó en una calificación considerada como regular. Al comparar ambas metodologías, se evidencia que el estado superficial del pavimento flexible es evaluado de manera más positiva por el PCI en comparación con el informe del método Vizir. Esta discrepancia se debe a que el PCI proporciona un conjunto más amplio y eficiente de opciones para el mantenimiento de la carretera, lo que permite una mejor identificación de las necesidades de intervención y preservación del pavimento en cuestión. Estas conclusiones son relevantes para la planificación de estrategias de mantenimiento y gestión de infraestructuras viales, resaltando la importancia de elegir el método adecuado para asegurar la durabilidad y funcionalidad de las vías públicas.

Dávalos y Arpasi (2022), desarrollaron la tesis de pregrado titulado “Aplicación de la metodología PCI para la evaluación de la superficie del pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann tramo av. Basadre y Forero - av. Buganvillas del distrito de Pocollay Tacna – 2022”, de la Universidad Privada de Tacna. El propósito de esta tesis es realizar una valoración del estado superficial del pavimento flexible de la Avenida Jorge Basadre Grohmann, específicamente en el segmento que conecta la Avenida Basadre y Forero con la Avenida Buganvillas, ubicado en el distrito de Pocollay, Tacna. Al finalizar el análisis, se llegó a la conclusión de que la evaluación realizada mediante la metodología PCI para determinar el índice de estado del pavimento en el mencionado tramo reveló un resultado desfavorable. El PCC obtenido fue de 43,28, lo que clasifica el estado del pavimento como Regular. Este resultado indica que se requiere realizar mejoras para optimizar la transitabilidad y seguridad de los usuarios que utilizan esta vía. En resumen, la investigación no solo destaca el estado actual del pavimento, sino que también subraya la necesidad urgente de intervenciones para garantizar un tránsito adecuado y seguro.

Angles (2021), desarrollaron la tesis de pregrado titulado “Evaluación del Pavimento Asfáltico, Utilizando el Método PCI en las Vías Principales del Distrito de Pocollay de la Ciudad de Tacna”, en la Universidad Privada de Tacna. Esta tiene como objetivo principal realizar un análisis detallado de las patologías presentes en el

pavimento asfáltico de las vías más importantes del distrito de Pocollay en Tacna. Entre las conclusiones obtenidas, se revelaron datos significativos sobre la calidad del pavimento: en la Avenida Industrial, el primer tramo evidenció que la calzada derecha tenía un Índice de Condición de Pavimento (PCI) de 50,59, lo que indica que su estado es regular. Por otro lado, la calzada izquierda mostró un PCI notablemente más bajo, de 21,2, lo que la clasifica como en muy malas condiciones. En cuanto a la Avenida Jorge Basadre Grohmann, en el mismo tramo analizado, se registró un PCI de 15,49 para la calzada derecha, situándose en la categoría de muy mala, mientras que la calzada izquierda obtuvo un PCI de 16,06, también dentro de la clasificación de muy mala. Finalmente, para el único tramo de la Avenida Tarapacá, se documentó un PCI de 15,70, lo cual también la clasifica en condiciones muy malas. Estos resultados no solo proporcionan un panorama claro sobre el estado del pavimento en las principales avenidas, sino que también son fundamentales para determinar el tipo de intervención que se requiere en cada vía evaluada. Esto incluye el establecimiento de prioridades y el tipo de obras necesarias, ya sea rehabilitación del pavimento existente o una reconstrucción total, lo que resulta esencial para la planificación y gestión de las infraestructuras viales en la región.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Método MTC**

Esta metodología, ha sido creado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú con el objetivo de ofrecer un enfoque sistemático para medir la calidad de las vías de transporte. Esta metodología permite evaluar el estado de las carreteras en función de su tipo y los diferentes elementos que las componen, utilizando una variedad de indicadores que reflejan el rendimiento de la infraestructura.

Es fundamental para evaluar la calidad de las carreteras y garantizar su buen funcionamiento. Esta metodología proporciona un enfoque sistemático que permite medir el estado de las vías, tomando en cuenta diversos indicadores que reflejan el rendimiento de la infraestructura vial. Específicamente, en el caso del pavimento flexible, se realiza una evaluación a lo largo de tramos de 200 m, en los cuales se identifican y clasifican los deterioros presentes en la superficie del pavimento.

Estos deterioros se dividen en dos grandes categorías: deterioros estructurales y deterioros superficiales. Los deterioros estructurales son aquellos que comprometen la integridad y capacidad de carga del pavimento, lo que suele implicar reparaciones

costosas y complejas. Entre estos daños se encuentran los agrietamientos profundos, hundimientos y deformaciones que afectan la base del pavimento. Estos problemas suelen ser más graves y requieren una intervención inmediata para evitar que el pavimento continúe deteriorándose, lo que podría poner en riesgo la seguridad de los usuarios de las vías.

Por otro lado, los deterioros superficiales afectan solo la capa externa del pavimento y no comprometen su capacidad estructural. Estos daños son menos severos y suelen ser corregidos con intervenciones más sencillas, como el sellado de fisuras o la aplicación de un nuevo revestimiento para mejorar la adherencia y prolongar la vida útil del pavimento. Este tipo de mantenimiento periódico es clave para mantener las vías en buenas condiciones sin incurrir en altos costos de reparación.

La aplicación del Método MTC permite a las autoridades priorizar las intervenciones de mantenimiento de manera eficiente, asignando recursos según la gravedad de los deterioros encontrados. Además, garantiza que las carreteras permanezcan seguras y funcionales para los usuarios, contribuyendo a una gestión más efectiva de la infraestructura vial del país. Gracias a este enfoque, se optimizan los recursos destinados al mantenimiento, asegurando que las carreteras duren más tiempo y se reduzca el riesgo de accidentes asociados a las malas condiciones del pavimento.

Los Deterioros estructurales:

- a. Deterioro / "Falla 1 Piel de Cocodrilo": Se caracteriza por la aparición de fisuras en la superficie del pavimento que forman patrones poligonales irregulares, con ángulos puntiagudos, semejantes a la piel de un cocodrilo. En sus primeras etapas, este tipo de deterioro suele ser leve, manifestándose únicamente en pequeños polígonos marcados en la superficie, con fisuras que aún están cerradas, lo que significa que su ancho es mínimo o casi imperceptible.

No obstante, con el paso del tiempo, las fisuras tienden a ensancharse, lo que provoca la pérdida de material en los bordes de las grietas. A medida que el daño avanza, las fisuras no solo aumentan en tamaño, sino también en profundidad, afectando la estructura interna del pavimento. Esto genera un debilitamiento progresivo de la superficie, que la hace más vulnerable a futuros daños. Si no se interviene a tiempo, este tipo de deterioro puede requerir reparaciones costosas, ya que compromete tanto la funcionalidad como la estabilidad del pavimento, haciéndolo más propenso a colapsos estructurales. La atención inmediata es crucial para evitar que el deterioro se agrave.

- b. Deterioro / “Falla 2 Fisuras Longitudinales”: Este tipo de deterioro se refiere específicamente a las fisuras longitudinales que se originan como resultado de la fatiga en los materiales. En sus primeras etapas, estas fisuras suelen aparecer de manera aislada y en ocasiones, convirtiéndose en puntos focales de debilidad. Sin embargo, a medida que el tiempo avanza y las condiciones de carga persisten, estas fisuras comienzan a expandirse rápidamente, transformándose en una red continua y, a menudo, ramificada. Este proceso se ve alimentado, en gran medida, por el impacto del tráfico recurrente, lo que resulta en una proliferación de fisuras que se agrupan densamente. La evolución de estas fisuras es un indicativo de la disminución de la integridad estructural del material, lo que puede comprometer su desempeño y seguridad en el uso.
- c. Deterioro / “Falla 3 Deformación por Deficiencia Estructural:” Las alteraciones habituales en pavimentos flexibles suelen manifestarse, en la mayoría de los casos, mediante:
- Deformaciones asociadas a deficiencias en la estructura: Generalmente, estas se evidencian a través de hundimientos que pueden ser continuos o localizados en la superficie del pavimento. Estos hundimientos a menudo indican problemas en la estructura subyacente, lo que puede derivar en un deterioro mayor si no se aborda adecuadamente.
  - Ahuellamiento: Este evento está relacionado con la falta de estabilidad en el comportamiento de la capa de rodadura del pavimento. La inestabilidad provoca la aparición de huellas o deformaciones en la superficie, las cuales son el resultado del paso de vehículos. El ahuellamiento no solo afecta la estética del pavimento, sino que también puede comprometer la seguridad de la circulación, ya que altera la uniformidad de la superficie y puede generar dificultades para la conducción.

En todos los casos, la evaluación de la magnitud de las deformaciones se lleva a cabo utilizando una regla rígida de 1,50 m de longitud, que se coloca de manera transversal sobre la calzada. Este procedimiento permite medir las deformaciones que derivan de deficiencias estructurales en el pavimento.

En cuanto a las deformaciones, se identifican dos tipos principales:

- Depresión continua: Este tipo de deformación se observa principalmente en la zona que rodea las ruedas, extendiéndose a lo largo de un ancho superior a 0,8 m en los bordes del pavimento y abarcando una distancia de entre 0,5 y 0,8 m desde el borde. Las depresiones continuas suelen

ser resultado del asentamiento de los materiales que componen el pavimento y la subrasante. Este fenómeno es generalmente consecuencia del tránsito de vehículos pesados y la carga concentrada que estos generan sobre la infraestructura vial.

- Depresión localizada: A diferencia de la depresión continua, la depresión localizada se manifiesta en un área específica de la superficie del pavimento, afectando generalmente a todo su contorno. Esta deformación se origina debido a imperfecciones en el soporte o en la estabilidad del pavimento, que pueden estar relacionadas con la utilización de materiales de baja calidad o con un exceso de humedad presente en la estructura del pavimento. Este tipo de depresión puede comprometer la integridad y la seguridad de la vía si no se aborda adecuadamente.
- d. Deterioro / “Falla 4 Ahuellamiento:” Se manifiesta como una deformación en los pavimentos flexibles, producto de problemas en la capacidad de las capas para distribuir adecuadamente las cargas que soportan. Este tipo de deterioro suele presentarse en forma de hendiduras o surcos a lo largo de las vías, que pueden ser continuos o aparecer de manera localizada en ciertas áreas del pavimento.

El ahuellamiento se origina cuando las capas del pavimento no absorben y redistribuyen correctamente las cargas aplicadas por el tránsito de vehículos, lo que provoca un hundimiento en las áreas afectadas. Además de afectar negativamente la estética de la vía, este tipo de deterioro puede comprometer seriamente la seguridad vial. Las hendiduras pueden causar deslizamientos de vehículos, sobre todo en condiciones húmedas, lo que incrementa el riesgo de accidentes por pérdida de adherencia entre los neumáticos y la superficie de la carretera.

El mantenimiento y la rehabilitación del pavimento afectado por ahuellamiento pueden resultar complejos y costosos si no se interviene a tiempo, ya que, en fases avanzadas, las deformaciones suelen requerir una reconstrucción significativa de las capas afectadas. Es esencial detectar y tratar estos problemas temprano para evitar mayores costos y garantizar la seguridad y la durabilidad de las infraestructuras viales.

- e. Deterioro / Falla 5 Reparaciones o Parchados: Las intervenciones destinadas a la reparación y parchado de pavimentos tienen como propósito principal mitigar las imperfecciones que este presenta,

independientemente de si son transitorias o permanentes. Estas imperfecciones son cruciales para llevar a cabo un diagnóstico adecuado del estado del pavimento. La cantidad de reparaciones realizadas, así como su extensión y frecuencia, son aspectos determinantes que influyen en la evaluación general de la superficie.

Además, es importante considerar que una reparación reciente puede ocultar problemas más profundos que puedan estar afectando la estructura del pavimento. Por otra parte, la necesidad de realizar reparaciones de manera reiterada puede ser un indicio claro de que existen deficiencias en la calidad del pavimento original. Por lo tanto, es fundamental examinar estas reparaciones durante la inspección visual, ya que algunas de ellas pueden tener un impacto significativo en la valoración del estado estructural general del pavimento.

Cuando la intervención se limita a solucionar defectos en la superficie, como grietas o baches, sin afectar la integridad de las capas subyacentes, tales reparaciones no se consideran relevantes para evaluar el estado estructural del pavimento. Sin embargo, si la intervención abarca la reparación de fisuras estructurales, entonces se convierte en un factor que puede agravar la condición general del pavimento.

Estos criterios son fundamentales y se reflejan en los niveles de severidad que se establecerán a continuación, ofreciendo una guía clara para entender la significancia de las reparaciones en el contexto del mantenimiento y la evaluación del pavimento. Tal evaluación permite planificar las acciones correctivas necesarias y asegurar la durabilidad y seguridad de las vías.

La Tabla 1 presenta la clasificación de los deterioros del pavimento, codificando cinco tipos principales: piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, deformación estructural, ahuellamiento y reparaciones. Cada deterioro se clasifica según su gravedad, lo que permite una evaluación precisa para determinar las acciones de mantenimiento necesarias, optimizando así la conservación de la infraestructura vial.

**Tabla 1***Operacionalización de variables de investigación*

Clasificación de los deterioros	Código de deterioro/fallo	Deterioro/falla	Gravedad
Deterioro o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	Malla grande (0,5 m) sin material suelto. Malla mediana (entre 0,3 y 0,5 m) sin o con material suelto. Malla pequeña (<0,3 m) sino con material suelto.
	2	Fisuras longitudinales	Fisuras finas en las huellas de tránsito. (ancho ≤ 1 mm). Fisuras medianas corresponden a fisuras abiertas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas (ancho > 3 mm) también se denominan grietas.
	3	Deformación por deficiencia estructural	Profundidad sensible al usuario < 2 cm Profundidad entre 2 cm y 4 cm Profundidad > 4 cm
	4	Ahuellamiento	Profundidad sensible al usuario < 6 cm. Profundidad entre > 6 mm y ≤ 12 mm Profundidad > 12 mm Reparación parchada para el deterioro superficial.
	5	Reparaciones o parchados	Reparación de piel de cocodrilo o fisuras longitudinales en buen estado. Reparación de piel de cocodrilo de fisuras longitudinales en mal estado.

*Nota.* “Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial RD N° 08 – 2014

– MTC/14.” Fuente: MTC (2018).

- f. Deterioro / “Falla 6 Peladura y Desprendimiento:” se caracteriza por dos fenómenos principales que afectan la capa superficial del pavimento asfáltico.

En primer lugar, la peladura se refiere al desgaste de la superficie de la capa asfáltica, que puede ser causado por la erosión del aglutinante bituminoso o del agregado. Este tipo de daño se manifiesta a través de áreas visibles donde el pavimento ha perdido su integridad, dejando expuestas secciones del asfalto que han sido erosionadas. Las peladuras indican una reducción en la capacidad de la superficie para resistir el desgaste y las cargas aplicadas por el tráfico.

En segundo lugar, el desprendimiento implica la eliminación parcial o total de la capa de rodadura del pavimento. Este daño puede resultar en la pérdida significativa de la superficie del pavimento, comprometiendo su funcionalidad. La ausencia de la capa de rodadura afecta la seguridad vial, ya que puede disminuir la adherencia de los neumáticos y, por lo tanto,

aumentar el riesgo de deslizamientos y accidentes. También afecta la comodidad durante la conducción, ya que una superficie irregular puede generar vibraciones y molestias a los usuarios.

Si no se abordan a tiempo, tanto la peladura como el desprendimiento pueden llevar a costos adicionales significativos en el mantenimiento de la carretera, así como a un incremento en el riesgo de accidentes. Por lo tanto, es crucial realizar una identificación temprana y aplicar medidas de reparación adecuadas para mantener la calidad de las vías y garantizar una conducción segura y cómoda.

- g. Deterioro / “Falla 7 Baches (Huecos):” Se manifiesta como cavidades o hundimientos en la superficie de las vías, que generalmente surgen debido al desgaste natural o a la degradación de la capa de rodadura del pavimento. Estos baches comienzan con dimensiones relativamente pequeñas, pero si no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado, tienden a crecer en tamaño y a expandirse continuamente.

A medida que los baches se agrandan, pueden alcanzar dimensiones tan grandes que se asemejan al contorno de una rueda de camión. Este tipo de deterioro no solo afecta la calidad y el estado general de la carretera, sino que también presenta graves riesgos de seguridad para los conductores. Los baches pueden causar deslizamientos, pérdidas de control del vehículo y daños mecánicos a los automóviles, como daños en las llantas, suspensión y otros componentes críticos.

Además de los riesgos de seguridad, la reparación de baches grandes y extendidos puede resultar costosa y complicada. Por lo tanto, la atención oportuna y efectiva a estos defectos es crucial para mantener la seguridad vial y la integridad de la infraestructura. La detección temprana y la reparación rápida de los baches son esenciales para evitar que estos problemas se agraven y para garantizar una conducción segura y cómoda en las carreteras.

- h. Deterioro / “Falla 8 Fisuras Transversales:” Se caracteriza por la aparición de rupturas en el pavimento que se extienden de manera perpendicular, o casi perpendicular, al eje de la vía. Estas fisuras suelen formar líneas a lo largo del pavimento, cortando la superficie de forma transversal.

Pueden originarse por diversos factores, como el estrés térmico debido a variaciones de temperatura, la carga excesiva de vehículos o la

deformación estructural. Estas rupturas no solo afectan la estética del pavimento, sino que también pueden comprometer su integridad y funcionalidad. Si las fisuras no se reparan adecuadamente, pueden crecer y ampliarse, facilitando la entrada de agua y otros elementos que pueden agravar el deterioro y reducir la vida útil del pavimento.

Además, las fisuras transversales pueden incrementar el riesgo de daños adicionales en la estructura subyacente del pavimento, lo que puede resultar en problemas de seguridad y en la necesidad de reparaciones más extensas y costosas. Por lo tanto, es importante identificar y tratar estas fisuras de manera oportuna para mantener la calidad de la carretera y asegurar una conducción segura y cómoda.

- i. Deterioro / Falla 9 Exudación: Se observa como una franja brillante en la superficie de los materiales bituminosos. Esta capa reflectante, que es consecuencia del fenómeno de exudación, normalmente posee una textura pegajosa al tacto. Es crucial determinar con exactitud tanto el punto de inicio como el extremo de la severidad de cada tipo de deterioro o falla que se haya identificado. Una vez recopilada esta información fundamental, se procede a su análisis y procesamiento mediante el uso de las tablas correspondientes:
- “Tabla 2: Identifica el tipo de expansión correspondiente a la longitud de la sección de 200 m que exhibe signos de deterioro.
  - Tabla 3: Aplicable para la evaluación de baches o huecos.
  - Tabla 4: Determina con precisión el alcance del impacto de las fisuras longitudinales y transversales, según la magnitud del deterioro o la severidad de la falla.
  - Tabla 5: Explica el procedimiento de evaluación de la condición superficial en función de la naturaleza del deterioro o falla presente.”

**Tabla 2**

*“Grado de extensión de los deterioros del pavimento”*

<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criterio de extensión (porcentaje de la longitud de la sección)</b>
1	Leve	Inferior al 10 %
2	Moderado	Entre un 10 % y un 30 %
3	Severo	Superior al 30 %

*Nota.* “Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial RD N° 08 – 2014

– MTC/14.” Fuente: MTC (2018).

Para calcular la densidad de baches en un tramo específico de la carretera, es fundamental disponer de información adicional. En particular,

se debe conocer el número de baches presentes en cada segmento de 200 m Esta información facilita una evaluación más precisa del estado de la carretera. Para llevar a cabo esta evaluación, se utiliza la siguiente escala:

**Tabla 3**

*“Clase de densidad de los baches (Huecos) de los pavimentos”*

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (numero/200m)
1	Leve	Inferior a 4
2	Moderado	Entre 4 y 10
3	Severo	Mayor a 10

*Nota.* “Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial RD N° 08 – 2014

– MTC/14.” Fuente: MTC (2018).

Al determinar el área de las fisuras, tanto longitudinales como transversales, se tomará en cuenta la longitud de dichas fisuras, la cual se multiplicará por un ancho de influencia. Este ancho se establecerá en función de la severidad del daño o deterioro observado en la superficie analizada. Es importante destacar que la magnitud del área afectada puede variar dependiendo del nivel de deterioro, lo que implica que fisuras más graves requerirán un mayor ancho de influencia para reflejar con precisión el impacto del daño en la estructura.

**Tabla 4**

*Ancho de Influencia de las Fisuras longitudinales y Transversales clasificado de acuerdo con su severidad*

Clase	Ancho de influencia (m)
1	0,10 m
2	0,30 m
3	0,50 m

*Nota.* “Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial RD N° 08 – 2014

– MTC/14.” Fuente: MTC (2018).

### 2.2.2. Método PCI

Es una metodología desarrollada en Estados Unidos para llevar a cabo un análisis detallado del estado de los pavimentos, ya sean estos flexibles o rígidos. Su propósito principal es ofrecer una puntuación numérica que refleje el estado general del pavimento basado en una inspección visual minuciosa. Esta puntuación, que oscila entre cero y cien, facilita la evaluación del pavimento y ayuda en la toma de decisiones respecto a su mantenimiento.

Una puntuación de cero en el “PCI indica un pavimento en estado crítico o gravemente deteriorado, lo cual representa un riesgo significativo para su funcionalidad y seguridad. Por otro lado, una puntuación de cien sugiere que el pavimento está en condiciones óptimas, sin daños relevantes y con una funcionalidad adecuada.

Durante el análisis, se emplea una tabla de clasificación que divide el PCI en diferentes rangos y proporciona descripciones cualitativas de cada estado del pavimento. Esta herramienta es fundamental para los ingenieros y responsables de mantenimiento, ya que les permite identificar con precisión las condiciones del pavimento y determinar si es necesario realizar reparaciones o rehabilitaciones.

El Método PCI juega un rol esencial en la gestión y mantenimiento de infraestructuras viales. Ofrece una evaluación precisa del estado de los pavimentos, lo que asegura que las superficies de rodadura se mantengan en condiciones adecuadas. Al mantener la calidad de las carreteras, el PCI contribuye a garantizar la seguridad vial y prolongar la durabilidad de las infraestructuras a lo largo del tiempo.

**Tabla 5**

*Rangos de Calificación del PCI*

<b>Ango</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

*Nota.* Pavement Condition Index. Fuente: Vásquez (2022).

La evaluación del PCI se fundamenta en un minucioso inventario visual que analiza el estado del pavimento, teniendo en cuenta tres aspectos principales:

- Clase: Se refiere a los tipos de daños que se encuentran, tales como fisuras, baches o deformaciones en la superficie del pavimento.
- Severidad: Este aspecto mide la intensidad del daño, agrupándolo en diferentes categorías que varían desde daños leves hasta aquellos considerados graves, lo que permite priorizar las reparaciones necesarias.
- Cantidad: Se evalúa la extensión del daño, es decir, el área total que se encuentra afectada, lo que ayuda a comprender el alcance del deterioro.

El PCI se convierte en un indicador integral que refleja tanto la fortaleza estructural del pavimento como el estado operativo de su superficie. Esta metodología no solo proporciona una puntuación que representa el estado general del pavimento en un momento dado, sino que también permite una comprensión más profunda de las causas subyacentes al deterioro observado.

Durante el inventario visual, se recopilan datos detallados que revelan información crucial sobre el estado del pavimento. Estos datos permiten no solo una evaluación del estado actual, sino también el análisis de factores que pueden haber contribuido al deterioro. Entre las causas comunes de deterioro se encuentran las cargas vehiculares que el pavimento soporta y las condiciones climáticas a las que está expuesto. Este análisis es fundamental para identificar patrones de desgaste y debilidades específicas en la infraestructura. La Tabla 6 presenta el formato de la metodología Pavement Condition Index, que incluye el registro de la ubicación, tipo de deterioro y su severidad, proporcionando una herramienta integral para la evaluación y mantenimiento del pavimento.

**Tabla 6**

*Formato metodología Pavement Condition Index*

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Zona		Abscisa inicial		Unidad de muestreo		
Código vía		Abscisa final		Área muestreo (m <sup>2</sup> )		
Inspeccionada por				Fecha		
No.	Daño	No.	Daño	Total	Densidad (%)	Valor deducido
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Nota. Pavement Condition Index. Fuente: Vásquez (2022).

## Clasificación de Daños:

### a. Piel de cocodrilo

Vasquez (2002) nos dice que uno de los tipos de daño más conocidos en pavimentos asfálticos es la piel de cocodrilo, que se refiere a las grietas de fatiga que aparecen como una red de fisuras interconectadas. Este fenómeno se origina por el desgaste de la capa de rodadura del asfalto, resultado de la exposición continua y repetida a las cargas generadas por el tráfico vehicular. Estas grietas comienzan a desarrollarse en la parte inferior de la capa asfáltica, siendo allí donde los esfuerzos y las tensiones unitarias son más pronunciados debido al peso de las ruedas de los vehículos que transitan por la vía.

- L (Low: Bajo): Este nivel se caracteriza por la presencia de fisuras menores y longitudinales que se disponen paralelamente. A pesar de ser visibles, estas fisuras no comprometen la integridad de la superficie del pavimento a lo largo de la carretera, lo que sugiere que el pavimento sigue siendo funcional y seguro para el tránsito.
- M (Medium: Medio): En este caso, las fisuras presentan un avance significativo con formaciones más marcadas que pueden provocar desprendimientos en la superficie. Estas grietas son más evidentes y representan un riesgo mayor que las de nivel bajo, ya que pueden afectar el confort y la seguridad de los usuarios de la vía, aunque aún se puede circular con precaución.
- H (High: Alto): Este nivel de daño indica que las fisuras han llegado a un estado crítico de deterioro. En este caso, las grietas presentan deformaciones importantes y fragmentos de la superficie están dispersos. Este tipo de daño no solo afecta la estética del pavimento, sino que también puede representar un peligro para la circulación, ya que los fragmentos sueltos pueden moverse bajo el peso de los vehículos, causando accidentes o daños adicionales.

La identificación y clasificación adecuada de estos daños son esenciales para determinar las medidas correctivas necesarias y para mantener la seguridad y la funcionalidad de las vías urbanas y rurales.

### b. Exudación

Se refiere a la aparición de una banda luminosa en la superficie del asfalto, resultado de la liberación de componentes del asfalto mismo. Este fenómeno genera una capa brillante y, a menudo, pegajosa al tacto. Se produce

principalmente cuando el asfalto se calienta, ya sea por la temperatura ambiental o por la fricción del tráfico intenso, lo que lleva a la evaporación de algunos de sus componentes volátiles, haciendo que se acumule una sustancia resinosa en la parte superior del pavimento (Vásquez, 2002).

- L: En este nivel, la exudación es poco significativa y generalmente se observa durante los primeros días tras la aplicación del pavimento. No se experimentan problemas serios debido a esta exudación mínima.
- M: Aquí, el fenómeno se torna más evidente. Se observa que el asfalto provoca la adhesión de materiales, como el caucho de los zapatos o neumáticos de los vehículos, al pavimento durante un período prolongado, usualmente algunas semanas. Aunque la exudación es perceptible, no es en toda la superficie.
- H: En este caso, una porción considerable del asfalto se adhiere a los vehículos y calzado, debido a que se mantiene expuesto a las inclemencias del clima durante largos períodos. Esta situación puede comprometer la seguridad, ya que la exudación se convierte en un problema significativo que afecta la adherencia y, por lo tanto, la calidad del pavimento.

En síntesis, la exudación del asfalto es un fenómeno crítico que no solo altera la estética de la carretera, sino que también puede influir en la seguridad y el rendimiento del pavimento con el tiempo. Por ello, es importante supervisar las condiciones de exudación y aplicar soluciones adecuadas para prevenir su impacto negativo en las infraestructuras viales.

c. Agrietamiento en bloque

Se manifiesta mediante fisuras entrelazadas que dividen la superficie asfáltica en patrones poligonales. Este fenómeno, conocido también como agrietamiento por contracción o fisuración en bloques, se origina principalmente a causa del proceso de contracción y endurecimiento del asfalto a medida que se enfría. Las fisuras resultantes crean bloques que pueden oscilar en tamaño desde aproximadamente 0,30 m por 0,30 m hasta 3,0 m por 3,0 m. Si no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado y oportuno, el agua puede infiltrarse a través de estas fisuras, lo que a su vez puede causar el esponjamiento y ablandamiento de la subrasante. Este deterioro en la base del pavimento puede desencadenar un daño adicional, comprometiendo aún más la integridad y durabilidad de la estructura pavimentada. Por lo tanto, es crucial implementar estrategias de

mantenimiento preventivo para evitar que este tipo de agrietamiento avance y cause problemas más serios en el futuro (Vásquez, 2002).

- L: Las fisuras en el pavimento se clasifican como de baja severidad, tanto en su aspecto transversal como longitudinal. Este tipo de fisuras no impacta de manera significativa la superficie del pavimento, lo que sugiere que la estructura general se mantiene en condiciones razonables y con un deterioro mínimo.
- M: Se identifican bloques de fisuras que presentan un nivel de severidad medio. Estas fisuras generan un impacto más evidente en la superficie del pavimento, lo que indica que el desgaste es más notable y podría requerir atención para evitar un daño mayor en el futuro.
- H: Las secciones de pavimento con agrietamiento muestran un deterioro severo. Las fisuras en estas áreas son extensas y profundas, lo que compromete de manera significativa la integridad del pavimento. Esta condición puede repercutir negativamente en la seguridad de los vehículos y en la durabilidad del pavimento, haciendo imprescindible una intervención urgente para restaurar su funcionalidad.

d. Abultamiento (BUMPS) y hundimiento (SAGS)

Son deformaciones que ocurren en áreas inestables del pavimento. Estas elevaciones se generan como resultado del esponjamiento, un proceso que se produce por la infiltración de materiales que, bajo la presión del tráfico vehicular, tienden a reorganizarse y elevarse. Por el contrario, los hundimientos, o sags, se refieren a asentamientos menores que pueden observarse en la superficie de las vías. Ambos tipos de deformaciones impactan considerablemente en extensas zonas del pavimento, ocasionando depresiones que pueden ser bastante pronunciadas. Este fenómeno no solo afecta la calidad de la infraestructura vial, sino que también puede comprometer la seguridad de los usuarios y aumentar los costos de mantenimiento. Es fundamental abordar estos problemas de manera oportuna para evitar daños mayores y garantizar la durabilidad de las carreteras (Vásquez, 2002).

Los grados de severidad se presentan como:

- L: Este grado de deficiencia se caracteriza por una calidad de tránsito que es bastante deficiente, lo que puede traducirse en problemas significativos para los usuarios y en un aumento del riesgo de accidentes. Este tipo de

condiciones puede afectar la fluidez del tráfico y provocar demoras y molestias para los conductores.

- M: Este nivel indica una gravedad moderada respecto a la calidad del tránsito. Aunque la situación no es tan crítica como en el nivel L, todavía presenta desafíos considerables que pueden afectar la seguridad y la eficiencia de la circulación. Los usuarios podrían experimentar ciertas incomodidades, pero la infraestructura sigue funcionando en un estado razonablemente aceptable.
- H: En este caso, la severidad es extremadamente alta, sobre todo en contextos donde se están realizando actividades de mantenimiento. Este grado de gravedad puede dar lugar a condiciones de tránsito peligrosas y muy complicadas, que requieren atención inmediata y soluciones efectivas para garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía. Este nivel puede ser particularmente problemático y necesita ser abordado con urgencia para evitar incidentes graves.

#### e. Corrugación

Es un fenómeno que se presenta como deformaciones en la superficie del pavimento, manifestándose en forma de ondulaciones alargadas. Estas ondulaciones aparecen en intervalos regulares y son casi perpendiculares a la dirección del tránsito vehicular. Este tipo de deformación puede comprometer la integridad y la estabilidad tanto de la capa asfáltica como de la base del pavimento. La interacción continua entre el peso de los vehículos y la estructura del pavimento es un factor determinante en la aparición de estas irregularidades, lo que, a su vez, puede afectar negativamente la seguridad y el confort de la conducción. Además, la corrugación puede llevar a un aumento de los costos en mantenimiento y reparación de las carreteras, así como a una reducción de la vida útil de la infraestructura pavimentada (Vásquez, 2002).

Los grados de intensidad se manifiestan como:

- L: Las ondulaciones tienen una severidad mínima, lo cual sugiere que aunque están presentes, su impacto en la conducción y la seguridad es relativamente bajo.
- M: Las ondulaciones presentan un grado de severidad moderado, indicando que hay una preocupación notable que podría afectar la comodidad del viaje y también potencialmente la seguridad de los vehículos que circulan.

- H: Estas ondulaciones muestran una severidad extremadamente alta, lo que puede provocar un grave riesgo para la integridad de los vehículos y de los pasajeros, así como la necesidad urgente de reparaciones para evitar accidentes.

f. Depresión

Son áreas concretas en la superficie del pavimento que exhiben una elevación ligeramente inferior en relación con las zonas adyacentes. Estas irregularidades suelen ser sutiles y, en muchos casos, no son evidentes hasta que ocurre una lluvia. Después de la precipitación, el agua tiende a acumularse en estos puntos bajos, creando lo que podría describirse como un baño de pájaros. Este fenómeno no solo resalta la imperfección del pavimento, sino que también puede acentuar problemas de drenaje si no se corrigen, lo que a largo plazo podría afectar la durabilidad de la superficie y provocar mayores daños. Además, las depresiones pueden convertirse en un hábitat temporal para aves y otros animales, ofreciendo una nueva perspectiva sobre su influencia en el entorno (Vásquez, 2002).

Los niveles de severidad son:

- L: Un rango de profundidad que oscila entre 13,0 y 25,0 mm, indicando una depresión leve que podría comenzar a causar problemas si no se atiende.
- M: Esta categoría incluye depresiones que varían entre 25,0 y 51,0 mm. Estas hendiduras son más evidentes y pueden dificultar el desplazamiento, aumentando así el riesgo de accidentes.
- H: Aquí se agrupan las depresiones que superan los 51,0 mm de profundidad. Estas son considerables y representan un riesgo significativo, dado que pueden acumular grandes volúmenes de agua, afectando tanto la visibilidad como la estabilidad del pavimento, lo que puede llevar a situaciones peligrosas para los conductores.

g. Grieta borde

Se forman en los bordes del pavimento son especialmente vulnerables a sufrir daños significativos, especialmente cuando estas fisuras dividen distintas secciones de la superficie. La gravedad de los daños en las regiones cercanas se incrementa considerablemente debido a las cargas provenientes del tránsito vehicular. Este fenómeno no solo contribuye a un mayor deterioro, sino que también se ve agravado por diversas condiciones externas, como

factores climáticos adversos, la calidad de la subrasante y el estado de la base en la zona del borde del pavimento. Una mayor carga de tráfico puede llevar a una multiplicación de fisuras, implicando un desafío considerable para el mantenimiento y la reparación de infraestructuras viales. Por lo tanto, es fundamental implementar estrategias adecuadas para mitigar estos daños y mantener la integridad del pavimento en estas áreas críticas (Vásquez, 2002).

Los niveles de severidad son:

- L: Se observan pequeñas degradaciones o desprendimientos en la superficie del pavimento.
- M: El material comienza a desprenderse de los bordes, lo que debilita la infraestructura vial y puede convertir una situación leve en un problema más serio si no se atiende.
- H: Los desprendimientos en los bordes son extensos y significativos, lo que requiere de reparaciones urgentes para restaurar la integridad estructural del pavimento.

#### h. Grieta de reflexión de junta de losas de Cemento Portland

Este tipo de deficiencias es comúnmente observado en pavimentos construidos sobre losas de concreto. Las fisuras pueden presentarse en distintas formas, ya sea de manera longitudinal, en bloques o en ángulos diagonales. Estas grietas son el resultado de los movimientos que experimenta la losa, los cuales son desencadenados por cambios en las condiciones ambientales, específicamente variaciones en la temperatura y en la humedad. Esta fluctuación provoca un fenómeno de expansión y contracción en el material del concreto, lo que a su vez, genera el desgaste y deterioro de la superficie. La comprensión de estas dinámicas es fundamental para el mantenimiento de la infraestructura, ya que abordar las causas subyacentes de estas fisuras puede prolongar la vida útil del pavimento y mejorar su rendimiento general (Vásquez, 2002).

Los niveles de intensidad son:

- L: Se observan fisuras sin rellenar con una abertura inferior a 10 mm, así como fisuras que han sido rellenadas, independientemente de su ancho.
- M: Las fisuras no selladas presentan un ancho que varía entre 10 y 76 mm, mientras que las fisuras que han sido selladas pueden alcanzar hasta 76 mm en situaciones de agrietamiento leve y aleatorio.

- H: Se observan fisuras selladas circundadas por agrietamientos de severidad moderada a elevada, así como fisuras sin sellado que presentan un ancho superior a 76 mm. Además, se identifican grietas con anchos variables y un agrietamiento severo en el pavimento adyacente.

i. Desnivel carril / Berma

La discrepancia en las alturas entre el carril de circulación y la berma adyacente es un problema notable que puede variar considerablemente desde el borde del pavimento hasta el área de la berma. Este desnivel puede ser consecuencia de varios factores, como la erosión que afecta a la superficie de la berma, el asentamiento que ocurre en esta zona o la adición de nuevas capas de material en la calzada sin realizar los ajustes necesarios para equilibrar el nivel de la berma. Es fundamental abordar este tipo de irregularidades para garantizar la seguridad y el confort de los usuarios de la vía. La falta de una superficie uniforme puede resultar en situaciones peligrosas, especialmente en condiciones climáticas adversas, aumentando el riesgo de accidentes. Por ello, es crucial implementar medidas que mitiguen estos problemas, como el mantenimiento regular de las bermas y la evaluación de cualquier trabajo de construcción o reparación en el pavimento (Vásquez, 2002).

Los grados de gravedad son:

- L: En este caso, la diferencia de elevación entre el borde del asfalto y la berma se mantiene dentro del rango de 25,0 a 51,0 mm. Es un desnivel considerado bajo, que no representa un gran desafío para los vehículos que transitan.
  - M: Este nivel de gravedad indica que la variación en la elevación está comprendida entre 51,0 mm y 102,0 mm. Un desnivel moderado que puede provocar alguna incomodidad o, en ciertas circunstancias, incentivar el uso de precauciones al conducir.
  - H: La categoría más elevada, en la que la diferencia de altura entre el carril y la berma excede los 102,0 mm. Este tipo de desnivel es significativo y puede representar un riesgo considerable para la seguridad vial, exigiendo una atención especial por parte de los conductores.
- j. Grietas longitudinales y transversales (No son de reflexión de losas de concreto de cemento portland)

Son aquellas que aparecen en la superficie del pavimento, siguiendo la orientación del eje del mismo y alineándose con el flujo del tráfico que circula por el carril. Estas grietas pueden ser indicativos de tensiones que se han acumulado en la estructura a causa del peso de los vehículos, cambios en la temperatura que afectan el material del pavimento, o incluso por el asentamiento del terreno que se encuentra debajo. La aparición de estas fisuras no solo puede comprometer la integridad del pavimento, sino que también puede afectar la seguridad de los conductores al generar una superficie de rodadura irregular. Por lo tanto, es crucial identificar y comprender las causas de estas grietas para implementar un mantenimiento adecuado y prolongar la vida útil de la infraestructura vial. Su formación es resultado de varios factores:

- Juntas de carril mal construidas: En pavimentos de concreto, una junta de carril deficiente en su construcción puede inducir fisuras longitudinales a lo largo del eje del pavimento.
- Temperaturas bajas: Las temperaturas reducidas pueden inducir contracciones en la superficie del concreto asfáltico, lo que conlleva a la formación de fisuras.
- Fortalecimiento del asfalto: El asfalto en estado de endurecimiento también puede ser susceptible a fisuras debido a cambios en la temperatura.
- Fisuras de reflexión: Estas fisuras se originan en la base subyacente y se reflejan a través de la capa superior de pavimento, especialmente en losas de concreto, que pueden no ser tan efectivas en la construcción de pavimentos debido a su tendencia a formar grietas.

Estas fisuras son un indicativo de problemas que pueden haberse originado tanto en la fase de construcción como en el proceso de mantenimiento del pavimento. Su aparición puede señalar la urgencia de llevar a cabo reparaciones, ya que, de no atenderse, es probable que el daño se agrave con el tiempo. Este fenómeno resalta la importancia de realizar un seguimiento regular del estado de las infraestructuras viales para garantizar su durabilidad y seguridad (Vásquez, 2002).

Los niveles de severidad son:

- L: Fisuras sin material de relleno con una apertura inferior a 10mm Fisuras colmadas con una amplitud variable.

- M: Fisuras sin material de relleno con una apertura que varía entre 10mm y 76mm
- H: De acuerdo con las especificaciones, se detalla lo siguiente: tanto las fisuras que contienen relleno como las que no, están acompañadas por pequeñas grietas de severidad alta o media. Las fisuras sin relleno presentan una amplitud que oscila entre 10mm y 76 mm. Asimismo, se observa una grieta con variaciones en el ancho y algunas secciones del pavimento que presentan fracturas severas.

k. Parcheo y acometidas de servicios públicos

Un parche se define como una sección del pavimento que ha sido sustituida con material nuevo con el propósito de remediar el pavimento previamente instalado. Aunque este parche pueda cumplir su función, se clasifica como un defecto, dado que la zona reparada o sus inmediaciones suelen exhibir un rendimiento inferior en comparación con el pavimento inicial (Vásquez, 2002).

Los niveles de intensidad son:

- L: El parche se encuentra en excelente estado y cumple satisfactoriamente con los estándares requeridos. La calidad del tránsito se clasifica como de baja severidad o superior.
- M: El parche presenta un deterioro moderado, o bien la calidad del tránsito se clasifica como de severidad intermedia.
- H: El revestimiento presenta un estado de deterioro significativo, y la calidad del tránsito se evalúa con un grado de severidad elevado. Es imperativo proceder con su pronto reemplazo.

l. Pulimento de agregados

Este se origina por la repetida exposición a cargas vehiculares. Con el tiempo y la constante utilización de las vías, los agregados en la superficie del pavimento tienden a desgastarse, volviéndose progresivamente más lisos al tacto. Este proceso involucra una notable reducción en la adherencia entre las llantas de los vehículos y la superficie del pavimento, lo cual puede tener implicaciones importantes en la seguridad vial (Vásquez, 2002).

Los rangos de severidad son:

En cuanto a la categorización de la severidad de este deterioro, no se determina un nivel específico de gravedad. Sin embargo, es fundamental que el grado de acabado superficial sea suficientemente significativo antes de llevar a cabo una evaluación detallada de su condición. En este sentido, el

pulimento de los agregados debe ser registrado como un defecto solo cuando se ha alcanzado un nivel que afecte de manera considerable el desempeño del pavimento.

m. Huecos

Los huecos en el pavimento son áreas deterioradas que se manifiestan como pequeñas depresiones, típicamente inferiores a 90 cm de diámetro. Se caracterizan por contornos de material comprometido y superficies con irregularidades a intervalos. La expansión de estas cavidades se intensifica a medida que aumenta la superficie afectada, dado que las cargas de tráfico, las condiciones meteorológicas y la acumulación de agua en las depresiones favorecen la delaminación y el desprendimiento de fragmentos del pavimento (Vásquez, 2002).

Los grados de severidad son:

Las categorías de severidad para las aberturas que tienen un diámetro menor a 762 mm se determinan considerando tanto la profundidad del orificio como su diámetro, de acuerdo con los criterios presentados en el Cuadro 13,1. En el caso de las aberturas que superan este diámetro, se realiza una medición del área expresada en pies cuadrados o metros cuadrados. Este valor se divide entre 0,47 m<sup>2</sup> para calcular el número equivalente de orificios. Si la profundidad de la abertura es igual o inferior a 25 mm, dicha abertura se clasifica como de severidad media. En contraste, si la profundidad es superior a 25 mm, se considera que está en la categoría de severidad alta. Esta metodología permite una evaluación más precisa del riesgo potencial asociado a estas aberturas, facilitando así la toma de decisiones en el contexto de la seguridad y el mantenimiento de las estructuras.

n. Cruce de vía férrea

La intersección de vías ferroviarias no solo ignora los inconvenientes que generan las irregularidades del terreno, como los bultos o hundimientos que se pueden encontrar en las proximidades de los rieles, sino que también puede representar un riesgo adicional para la seguridad de las operaciones de transporte. Estas imperfecciones en la superficie pueden afectar gravemente la estabilidad y el rendimiento de los trenes, afectando su velocidad y maniobrabilidad (Vásquez, 2002).

Los niveles de severidad son:

- L: El cruce ferroviario genera una calidad de tránsito caracterizada por una baja intensidad de severidad.
- M: El cruce ferroviario genera una calidad de tránsito caracterizada por una severidad moderada.
- H: La intersección ferroviaria genera una calidad de tránsito de alta severidad.

o. Ahuellamiento

Es un fenómeno que se presenta como una hendidura o depresión en la superficie del pavimento, donde las ruedas de los vehículos han dejado su marca característica. Es posible que, en ciertas ocasiones, se produzca un levantamiento del pavimento en los bordes de esta depresión, formando así una especie de cresta o elevación a su alrededor. Sin embargo, en muchos casos, este efecto puede pasar desapercibido a simple vista hasta que llega la lluvia, momento en el cual las huellas se llenan de agua, haciendo que las marcas sean mucho más evidentes y perceptibles (Vásquez, 2002).

Los niveles de severidad son:

- L: Profundidades que fluctúan entre 6 y 13 mm
- M: Cuando la profundidad supera los 13 mm, extendiéndose hasta 25 mm
- H: Cuando la profundidad excede los 25 mm

p. Desplazamiento

Es un fenómeno que ocurre cuando las partículas en la superficie del pavimento se reorganizan de forma longitudinal y de manera permanente, como resultado de las cargas pesadas que actúan sobre él. Este fenómeno se hace evidente cuando el tráfico vehicular o cualquier tipo de carga que se sitúe sobre el pavimento genera una presión que provoca contracciones repentinas en su superficie. Los desplazamientos son comunes en pavimentos fabricados con mezclas de asfalto líquido que presentan inestabilidad. Además, también pueden ocurrir en pavimentos de concreto asfáltico que están contruidos sobre bases de concreto de cemento Portland. En esta última situación, es importante señalar que los tramos de concreto de cemento Portland tienden a expandirse, lo que a su vez puede provocar desplazamientos en el pavimento superior (Vásquez, 2002).

Los grados de severidad se presentan de la siguiente manera:

- L: Los movimientos generan deformaciones de leve magnitud en la superficie del pavimento.
- M: Los deslizamientos generan una severidad intermedia, provocando efectos moderados en la integridad de la superficie del pavimento.
- H: Los desplazamientos influyen de manera considerable en la calidad del tráfico, generando un alto grado de deterioro en el firme de la carretera.

q. Grietas parabólicas (SLIPPAGE)

Las grietas parabólicas provocadas por el deslizamiento, conocidas como slippage, son quebraduras que presentan una forma de media luna creciente. Este tipo de fracturas se genera cuando las ruedas de los vehículos, ya sea debido a maniobras de frenado o giros, causan el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento (Vásquez, 2002).

Los niveles de seriedad son:

- L: Ancho medio de la fisura inferior a 10,0 mm
- M: Se presenta alguna de las siguientes circunstancias:
  - Ancho medio de la fisura comprendido entre 10,0 mm y 38,0 mm
  - El área circundante de la fisura muestra fragmentación en pequeños segmentos compactos.
- H: Se presenta alguna de las siguientes circunstancias:
  - Ancho medio de la fisura superior a 38,0 mm
  - El área circundante de la fisura está fracturada en fragmentos que se desprenden con facilidad.

r. Hinchamiento

El hinchamiento se manifiesta como una deformación en la superficie del pavimento que se eleva hacia arriba, generando una ondulación extendida con una longitud superior a 3,0 m. Esta deformación tiene la capacidad de ir acompañada de deficiencias de fisuración superficial. El hinchamiento suele ser causado por temperaturas bajas en la subrasante o debido a la existencia de suelos con potencial expansivo (Vásquez, 2002).

Los grados de severidad se manifiestan como:

- L: El hinchamiento de baja intensidad podría no ser siempre perceptible a simple vista, pero puede identificarse al conducir a la velocidad máxima permitida sobre la sección de pavimento afectada. Sin embargo, el impacto en la calidad del tránsito es mínimo.

- M: La expansión provoca una calidad de tránsito de severidad moderada. La deformación es notable y afecta el confort y la seguridad al conducir.
- H: La expansión genera un grado de severidad elevado en la calidad del tráfico. La deformación es significativa, afectando gravemente la seguridad y la comodidad del tránsito.

### **2.2.3. Método Vizir**

La evaluación del estado superficial de los pavimentos asfálticos se realiza mediante un procedimiento sistemático descrito en un manual específico. Este manual clasifica los daños en dos categorías principales: A) Defectos estructurales, que suelen afectar la integridad del pavimento a largo plazo, y B) Daños operativos, que generalmente se relacionan con el desgaste y el uso diario. A fin de llevar a cabo esta evaluación de manera precisa, se establece el Índice Superficial (IS), el cual es un valor adimensional que permite una valoración objetiva del estado del pavimento. Este índice se calcula dividiendo la carretera en tramos de 100 m cada uno, lo que facilita una inspección metódica y exhaustiva del estado del pavimento en cada una de estas secciones. De este modo, el método Vizir proporciona una herramienta útil para identificar deterioros específicos y planificar las acciones necesarias para el mantenimiento y la rehabilitación del pavimento, asegurando así la seguridad y funcionalidad de la infraestructura vial. Además, esta metodología no solo optimiza la identificación de problemáticas, sino que también contribuye a la elaboración de informes que pueden ser fundamentales para la toma de decisiones en cuanto a inversión y priorización de obras de mantenimiento en las vías (Bernardo y Irayta, 2022).

#### **a. Diseños tipo A**

Las fallas de Tipo A se caracterizan por problemas relacionados con la falta de adecuación del pavimento, originados en las capas de terreno y del suelo, como la subrasante, subbase y base. Estas fallas comprometen la integridad estructural del pavimento. La Tabla 7 detalla los Daños tipo A según la metodología Vizir, que incluye deterioros como ahuellamiento, depresiones longitudinales y transversales, fisuras por fatiga, fisuras piel de cocodrilo, y bacheos o parcheos.

**Tabla 7***Daños tipo A (Vizir)*

<b>Daños tipo a - Vizir</b>	
Nombre del deterioro	Código
Ahuellamiento	AHU
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL
Depresiones o hundimientos transversales	DT
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF
Fisuras piel de cocodrilo	FPC
Bacheos y parcheo	BZR

*Nota.* Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008. Fuente: Instituto Nacional de Vías (2008).

## b. Daños tipo B

Los Daños tipo B están relacionados con la funcionalidad de la estructura, y aunque no comprometen directamente su integridad estructural, sí afectan su desempeño. Estos deterioros suelen originarse por ciclos de uso inadecuados o mantenimiento deficiente, lo que impacta su efectividad operativa. La Tabla 8 detalla los diferentes tipos de Daños tipo B según la metodología Vizir, como fisuras, desplazamientos y pérdida de agregados, entre otros.

**Tabla 8***Daños tipo B (Vizir)*

<b>Daños tipo B - Vizir</b>	
Nombre del deterioro	Código
Fisura longitudinal de junta de construcción	FIJ
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ
Fisura de contracción térmica	FCT
Fisuras parabólicas	FP
Fisura de borde	FB
Huecos	H
Desplazamientos o abultamientos	DM
Perdida de agregados	PL
Descascaramiento	PA
Pulimientamiento de agregados	PU
Exudación	EX
Afloramiento de mortero	AM
Afloramiento de agua	AFA
Desintegración de bordes del pavimento	DB
Segregación	S

*Nota.* Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008. Fuente: Instituto Nacional de Vías (2008).

c. Flujo grama para el cálculo del índice de deterioro superficial (Is):

Para llevar a cabo el cálculo del índice de deterioro superficial final (Is), es necesario en primer lugar combinar el índice de deterioro superficial final (If) con el índice de deterioro superficial inicial (Id). A partir de esta combinación, se obtiene el índice de deterioro superficial inicial (Is). Sin embargo, este valor no es definitivo; es preciso realizar una corrección que tenga en cuenta la gravedad y la extensión de las reparaciones efectuadas, específicamente las labores de bacheo que se han ejecutado en el tramo que se está analizando.

La metodología Vizir establece dos índices para evaluar el desgaste superficial de un pavimento. El primero de estos índices es el índice de fisuración (If), que se enfoca en los agrietamientos que poseen un carácter estructural. El segundo índice es el índice de deformación (Id), el cual se encarga de analizar las deformaciones, también de naturaleza estructural. Ambos índices son fundamentales para calcular el Índice de Deterioro Superficial (Is). Este índice compuesto se determina tomando en cuenta tanto la gravedad como la extensión de los daños que han sido identificados a través de los índices mencionados. El Índice de Deterioro Superficial ofrece una evaluación completa y detallada del estado del pavimento, lo que resulta muy útil para identificar y priorizar las necesidades de mantenimiento y rehabilitación, asegurando así la seguridad y funcionalidad de las superficies viales. De este modo, la metodología Vizir se convierte en una herramienta esencial para la gestión eficiente del mantenimiento de pavimentos.

- Índice de Fisuración (If) se calcula tomando en cuenta la complejidad y el alcance de las deficiencias estructurales de tipo A que han sido identificadas en el segmento de pavimento bajo evaluación. Este índice es crucial para entender el estado de la infraestructura y sus necesidades de mantenimiento.
- Índice de Deformación (Id) se ve influenciado por la magnitud y el alcance de los daños clasificados como tipo A o fallas estructurales, que se manifiestan a través de las deformaciones observadas en el pavimento. Este aspecto es fundamental para evaluar la integridad y la estabilidad de la superficie vial.
- Índice de Deterioro Superficial (Is) se calcula combinando los valores del Índice de Fisuración (If) y el Índice de Deformación (Id). Este índice no solo ofrece una clasificación preliminar del estado del pavimento, sino que también presenta un valor numérico que varía entre uno y siete. A

continuación, el valor de (Is) debe ser ajustado de acuerdo con la gravedad y la extensión de las reparaciones que se requieran. Este proceso de ajuste puede llevar a un incremento en el Índice de Deterioro Superficial, lo cual es vital para priorizar acciones de mantenimiento y garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

La clasificación de las condiciones del pavimento según el método Vizir se realiza a través de rangos numéricos que indican su estado, donde un rango de 1 a 2 clasifica el pavimento como bueno, de 3 a 4 como regular, y de 5 a 7 como malo. La Tabla 9 presenta los rangos de clasificación Vizir, útil para determinar las acciones de mantenimiento o rehabilitación necesarias.

**Tabla 9**

*Rangos de clasificación Vizir*

<b>Rangos de clasificación de Vizir</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
1-2	Bueno
3-4	Regular
5-6-7	Malo

*Nota.* Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación. Fuente: Invias (2013).

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Pavimento Flexible**

El pavimento está formado por varios estratos granulares que incluyen la subrasante, la subbase, la base, y la capa superior, conocida como carpeta de rodadura. Esta última, que es la parte más visible y utilizada del pavimento, está constituida por una mezcla de materiales bituminosos, agregados, y en ciertas ocasiones, aditivos específicos. Estos componentes juegan un papel crucial, ya que proporcionan al pavimento la resistencia necesaria para soportar el tráfico vehicular y las condiciones climáticas, así como una durabilidad a largo plazo que es fundamental para su eficacia y desempeño (MTC, 2013).

### **2.3.2. Serviciabilidad**

Representa la condición del pavimento inmediatamente después de su construcción. Este índice está influenciado por los métodos de construcción empleados, los cuales determinan la calidad del pavimento. La serviciabilidad hace referencia a la habilidad

del pavimento para resistir y manejar el tránsito vehicular de la vía, que puede incluir automóviles livianos y macizos. Se mide en una escala de 0 a 5, donde 0 indica que el pavimento es intransitable y 5 significa que está en excelentes condiciones. Aunque la evaluación de la serviciabilidad es en gran medida subjetiva, se está avanzando hacia el uso de parámetros más objetivos y cuantificables (Ospino y Nuñez, 2020).

### **2.3.3. Comparación superficial del pavimento flexible**

Los costos que se asocian a un proyecto de pavimentación son diversos e incluyen aspectos como la mano de obra, el uso de maquinaria, el combustible, así como la cantidad y precios unitarios de los diferentes materiales utilizados. Además, es necesario considerar los gastos de montaje e instalación de toda la estructura, así como los impuestos que puedan aplicarse y los costos referentes a la dirección e inspección del trabajo.

Otro componente esencial en el análisis económico de pavimentos es el monitoreo continuo de su estado. En la actualidad, existen diversos métodos diseñados para evaluar la condición de una calzada, que permiten clasificar los daños observados según los grados y niveles de severidad. Un dato relevante es que, según una ilustración, se estima que el 40% del deterioro de un pavimento se presenta cuando este ha alcanzado el 75% de su vida útil en términos de resistencia al tráfico. Esto sugiere que este es un momento crítico para implementar medidas preventivas, con el objetivo de mantener el pavimento en un estado que varíe entre regular y bueno. Ignorar estas acciones puede llevar a que un dólar que no se invirtió en mantenimiento se convierta, en un par de años, en cinco dólares en gastos por restaurar o reformar el pavimento. Esta diferencia puede suponer un impacto financiero considerable a largo plazo (Torres, 2007).

### **2.3.4. Evaluación superficial del pavimento flexible**

Es fundamental tener en cuenta las irregularidades presentes en el pavimento, analizando su magnitud y gravedad, con el objetivo de ofrecer un indicador claro y representativo de su condición general. Para ello, se utiliza la evaluación funcional del pavimento, la cual se lleva a cabo a través del cálculo del PCI. Esta evaluación deberá complementarse, en particular, con la medición de las deflexiones, ya que esto permitirá establecer posibles relaciones entre el estado superficial del pavimento y su comportamiento en términos de deflexión (Medina y De la Cruz, 2015).

### **2.3.5. Vía**

Es el trayecto, camino, ruta o espacio destinado al tránsito vehicular. Estas infraestructuras están sujetas a regulaciones nacionales, locales e internacionales en su diseño y construcción, abarcando desde un punto de partida hasta un destino final (Norma CE.010, 2010).

### **2.3.6. Evaluación del pavimento**

La valoración de un pavimento se realiza en un segmento específico de una carretera, con el objetivo de examinar las condiciones operativas, la integridad estructural y la aptitud de los materiales empleados. Este proceso implica el uso de equipo especializado y varios métodos, con el objetivo de determinar el estado operativo y funcional del pavimento (Norma CE.010, 2010).

### **2.3.7. Mantenimiento**

Un conjunto de acciones orientadas a prevenir deterioros o corregir imperfecciones particulares en una carretera comprende intervenciones en la superficie de rodamiento, las bermas, las áreas adyacentes, los sistemas de drenaje, las estructuras, y los dispositivos de control del tráfico (Norma CE.010, 2010).

### **2.3.8. Mantenimiento superficial**

Esta intervención de conservación se implementa cuando el pavimento presenta deficiencias funcionales que afectan exclusivamente la capa de rodadura. En tales circunstancias, se realizan tratamientos superficiales para remediar los daños y optimizar la funcionalidad de la vía. Tradicionalmente, se realiza una evaluación minuciosa del pavimento, seguido de un estudio detallado para determinar las acciones correctivas requeridas, elaborando un dictamen técnico y un análisis exhaustivo de costos (Norma CE.010, 2010).

### **2.3.9. Rehabilitación del pavimento**

Para extender la vida útil de un pavimento de manera óptima, se pueden implementar varias estrategias, tales como la adición de capas de asistencia y la ejecución de labores

de mantenimiento especializado. Estas tareas comprenden la reparación de imperfecciones localizadas, la optimización del sistema de drenaje, la reconstrucción de bermas, así como el reciclaje o la eliminación y sustitución parcial de la estructura existente (Norma CE.010, 2010).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño de la investigación

Es de tipo descriptivo, lo que significa que el progreso del estudio se fundamenta en la implementación de un manual diseñado específicamente para este propósito, así como en una inspección visual minuciosa de las superficies de los pavimentos, tanto rígidos como flexibles. En este análisis se tomarán en cuenta los distintos tipos de fallas que pueden aparecer en estos pavimentos. Posteriormente, se registrarán dichas fallas siguiendo los formatos establecidos por las metodologías del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Sistema de Inspección Visual de Infraestructura Rodoviaria (Vizir). Esta metodología permite no solo identificar problemas existentes, sino también evaluar el estado general del pavimento, lo que resulta crucial para la planificación de futuros mantenimientos y reparaciones.

Cada metodología llevará a cabo una evaluación de un total de 1,4 km, generando así una calificación correspondiente para cada tramo. Los resultados proporcionarán un diagnóstico detallado sobre el estado actual del pavimento flexible y las posibles causas subyacentes de las deficiencias observadas en la Av. Telégrafos, ubicada en el distrito de Camaná.

### 3.2. Acciones y actividades

Se procedió a realizar una comparación exhaustiva de los métodos MTC, PCI y Vizir con el propósito de identificar los tipos de defectos detectados en la evaluación superficial de la Av. Telégrafos, en el distrito de Camaná.

- a. Realizaremos la evaluación con las metodologías MTC, PCI Y Vizir de la Av. Telégrafos.
- b. Posteriormente se realizará el proceso de datos para conocer la condición de la vía.
- c. Finalmente realizaremos la comparación entre las metodologías MTC PCI Y Vizir.

#### 3.2.1. Ubicación

Se realizó en la Av. Telégrafos, desde la Av. Córdova hasta la Vía Evitamiento del distrito de Camaná – Arequipa, 2023 (Ver Figura 1).

## Figura 1

*Ubicación y extensión en la zona de estudio*



Nota. Extraído de Google Earth Pro.

### 3.2.2. Estudio de campo

Realizamos la observación visual de la zona de estudio, tomando medidas concretas y examinando el estado actual del pavimento. Esto se lleva a cabo con el propósito de evaluar la situación problemática que constituye el enfoque principal de nuestra investigación.

### 3.3. Materiales e instrumentos

A continuación, describiremos a detalle los instrumentos de recopilación de datos que se utilizarán en la investigación:

#### **Instrumentos:**

- Softwares
- Expedientes técnicos
- Normas y/o Reglamentos

#### **Materiales:**

- Yeso
- Flexómetro
- Conos
- Señalizaciones
- Formatos
- Computadora

- Internet
- Impresora
- Papel Bond
- Bolígrafos

### 3.4. Población y/o muestra de estudio

#### 3.4.1. Población

En el marco de la presente investigación, se considerará como población el número y las categorías de deficiencias observadas en la Av. Telégrafos, comprendiendo el tramo desde la Av. Córdoba hasta la Vía Evitamiento en el distrito de Camaná. La Tabla 10 muestra las Características Geométricas de la Vía, especificando detalles como la longitud de los tramos y el número de carriles por calzada.

**Tabla 10**

*Características Geométricas de la Vía*

Inicio: av. La Córdoba -16,627144 ; -72,706100	Long. Tramo 1: 1400m Long. Tramo 2: 1400m
Final: vía evitamiento -16,628418 ; -72,693051	Calzada: 01 Carriles por calzad: 02

*Nota. Elaboración propia*

#### 3.4.2. Muestra

La muestra abarca un segmento de la Avenida Telégrafos, comenzando en su intersección con la Avenida La Córdoba y finalizando en la Avenida Evitamiento. Este tramo tiene una longitud total de 1,400 m y una calzada de 7,00 m de ancho.

### 3.5. Operacionalización de variable

La operacionalización de las variables de investigación permite desglosar conceptos abstractos en elementos medibles y observables. En este proceso, las variables principales y sus dimensiones se especifican junto con los indicadores correspondientes, lo que facilita la recolección e interpretación de datos. En la Tabla 11, se detallan las variables dependientes e independientes del estudio, junto a sus dimensiones e indicadores, permitiendo un análisis comparativo basado en los métodos MTC, PCI y Vizir.

**Tabla 11***Operacionalización de variables de investigación*

Variables		Dimensiones	Indicadores	Índice de método
Variable Independiente (y):	Método	Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC)	Clasificación (9 Fallas)	Visual, según la normativa MTC
		Índice de condición del pavimento (PCI)	Clasificación (19 Fallas)	Visual, según la normativa ASHTOO
		Índice del deterioro superficial (Vizir)	Clasificación (8 Fallas)	Visual, según la metodología Vizir
Variable Dependiente (x):	Desarrollo de la comparación	Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC)	MTC: Bueno > 800, Regular > 300 Y ≤ 800, Malo ≤ 300.	Según rangos del MTC, PCI Y Vizir
		Índice de condición del pavimento (PCI)	Falla (0-10) Muy malo (11-25) Malo (26-40) Regular (41-55) Bueno (56-70) Muy bueno (71-85) Excelente (86-100) Muy excelente	
		Índice del deterioro superficial (Vizir)	Vizir: Bueno (1 y 2) Regular (3 y 4) Deficiente (5, 6 y 7)	

### 3.6. Procesamiento y análisis de datos

En el presente estudio, se adoptarán diversas metodologías, específicamente la Metodología de Transporte y Circulación (MTC), la Metodología de Condiciones de Infraestructura (PCI) y la metodología dedicada a la evaluación superficial del pavimento flexible. Para llevar a cabo el análisis, se realizará una recopilación minuciosa de datos obtenidos directamente del terreno, siguiendo rigurosamente los estándares estipulados por cada una de las metodologías mencionadas.

Este enfoque sistemático permitirá no solo evaluar de manera integral el estado actual del pavimento, sino también establecer una comparativa entre las tres metodologías. El objetivo es identificar cuál de ellas resulta ser la más eficiente en la evaluación superficial del pavimento flexible. A través de esta comparación, se espera obtener insights significativos que puedan contribuir a la mejora en los procesos de evaluación y mantenimiento de infraestructuras viales, así como optimizar los recursos destinados a la conservación del pavimento.

### **3.6.1. Metodología MTC**

a. Paso 1: Verificación del tramo de investigación

Se lleva a cabo una revisión exhaustiva del área que se va a investigar, con el objetivo de establecer con precisión el inicio y el final del recorrido que se va a estudiar, así como determinar las dimensiones de la vía y el ancho de los carriles. Esta verificación es crucial para asegurar que el análisis sea pertinente y se realice en las condiciones adecuadas.

b. Paso 2: Determinación del área de muestreo

Según la metodología del MTC, se sugiere evaluar secciones de 200 m desde el principio hasta el final de la vía. Este enfoque busca garantizar que se recojan datos representativos de manera consistente a lo largo del tramo estudiado, permitiendo así un análisis más integral de las condiciones de la carretera.

c. Paso 3: Evaluación visual de las fallas

Se procede a llevar a cabo una evaluación visual de cada categoría de fallas que pueda presentarse en el tramo investigado. Durante esta etapa, se determina el grado de severidad de cada falla y se registran las mediciones específicas relacionadas con ellas. Esta evaluación se ejecutará también en segmentos de 200 m, asegurando que se cubran adecuadamente todas las áreas relevantes.

d. Paso 4: Cálculo de la extensión

Finalmente, se calcula el porcentaje de extensión de cada falla en relación con el área muestreada, utilizando una fórmula matemática específica diseñada para este propósito. Este cálculo permitirá cuantificar de manera precisa el impacto de las fallas en la vía analizada, proporcionando información valiosa para futuras intervenciones o mejoras en la infraestructura.

$$EF = \frac{\text{Area de Falla}}{\text{Ancho de la seccion Evaluada} \times 200} \times 100 \quad (1)$$

e. Paso 5: Cálculo de extensión promedio ponderado

Se calculó la extensión promedio ponderada de la falla evaluada, para lo cual utilizamos una fórmula:

$$EF_p = \frac{[EF_{G1} \times A_{G1} + EF_{G2} \times A_{G2} + EF_{G3} \times A_{G3}]}{A_{G1} + A_{G2} + A_{G3}} \quad (1)$$

Donde:

$A_{G1}$ : Medida del deterioro/falla G 1.

$A_{G2}$ : Medida del deterioro/falla G 2.

$A_{G3}$ : Medida del deterioro/falla G 3.

$EF_{G1}$ : Proporción de la magnitud del deterioro o colapso G 1.

$EF_{G2}$ : Proporción de la magnitud del deterioro o colapso G 2.

$EF_{G3}$ : Proporción de la magnitud del deterioro o colapso G 3.

f. Paso 6: Cálculo de puntaje de condición

El cálculo del Puntaje de Condición se determina como la suma de los valores de condición derivados de cada tipo de deterioro o falla, los cuales se obtienen mediante la evaluación de la dilatación promedio ponderada, aplicando la siguiente tabla como referencia:

Una vez determinados los puntajes de condición correspondientes a cada tipo de deterioro o falla, se procede a efectuar la sumatoria de dichos puntajes para calcular el puntaje de condición global del tramo evaluado.”

g. Paso 7: Determinación de condición de sección

La evaluación de la condición se obtiene de la diferencia entre la suma total y el puntaje acumulado de la condición, conforme a lo descrito en la Tabla 12:

**Tabla 12**

*Clasificación de condición*

<b>Calificación de condición</b>	<b>1000 suma puntaje de condición</b>
Calificación de condición	

*Nota.* “Manual de carreteras mantenimiento o conservación.” Fuente: Instituto Nacional de Vías (2008).

La evaluación de la condición del pavimento rígido refleja el estado superficial de su estructura, y se clasifica en tres categorías distintas de condición (Ver Tabla 13 y 14):

- “Bueno
- Regular
- Malo”

Los intervalos de calificación del estado se utilizan para determinar la condición superficial del pavimento rígido de la calzada, incluyendo las bermas, dentro de una de las categorías específicas de condición:

**Tabla 13**

*Clasificación de condición*

Condición bueno	700
Condición regular	$300 \leq 700$
Condición malo	$\leq 700$

*Nota.* “Manual de carreteras mantenimiento o conservación.” Fuente: Instituto Nacional de Vías (2008).

**Tabla 14**

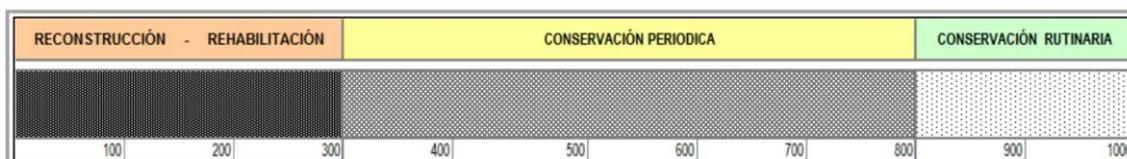
*Tipos de conservación según calificación de condición*

Condición bueno	700
Condición regular	$300 \leq 700$
Condición malo	$\leq 300$

*Nota.* “Manual de carreteras mantenimiento o conservación.” Fuente: Instituto Nacional de Vías (2008).

**Figura 2**

*Tipos de Conservación según calificación de condición*



*Nota.* “Manual de carreteras mantenimiento o conservación.” Fuente: Instituto Nacional de Vías (2008).

A partir del análisis de la condición superficial del pavimento flexible, se podrá identificar el tipo de intervención de conservación que resulta más apropiada para implementar en cada tramo de 200 m de longitud (Ver Figura 2). Este procedimiento es esencial, ya que permite adaptar las acciones de mantenimiento a las necesidades específicas de cada sección, garantizando así una mayor eficiencia y prolongando la vida útil del pavimento. La evaluación cuidadosa de cada segmento contribuye a asegurar que las técnicas de conservación utilizadas sean las más efectivas y adecuadas para enfrentar el desgaste y deterioro del material.

### 3.6.2. Metodología PCI

a. Paso 1: verificación del tramo de investigación

Se realiza una inspección detallada del área de estudio para determinar los puntos de inicio y término de la vía analizada, así como las dimensiones de la calzada y la amplitud de los carriles.

b. Paso 2: Determinación del área de muestreo

Para determinar el área de muestreo se evalúa de acuerdo al ancho de la calzada teniendo como referencia la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Longitud de unidades de muestreo estimado*

Calzada (m)	Longitud (m)
5,00	46,00
5,50	41,80
6,00	38,30
6,50	35,40
7,30	31,50

*Nota.* “Manual de PCI.” Fuente: Vásquez (2002).

c. Paso 3: Encausamiento de datos

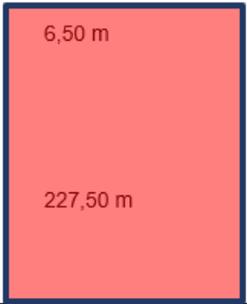
– “Aplicación de la falla / Severidad”

Se realiza un exhaustivo examen visual de cada tipo de defecto, con el objetivo de clasificar su grado de gravedad. Después de esta revisión inicial, se procede a realizar mediciones precisas de cada anomalía identificada. Esta evaluación se llevará a cabo en tramos específicos, teniendo en cuenta el ancho de la calzada involucrada, lo que permitirá un análisis más detallado y localizado de las condiciones de la infraestructura. Este enfoque metódico

no solo garantiza una identificación precisa de los problemas, sino que también facilita la planificación de las reparaciones necesarias (Ver Figura 3).

**Figura 3**

*Evaluación visual y medición de los tipos de fallas según el nivel de severidad, leve (L), medio (M) y alta (H)*

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		<b>Índice de condición del pavimento flexible</b>  Hoja de inspección n° 1 (metodo PCI)							
Nombre de la vía : Av. Telegrafos Unidad muestreada : M - 1 Area de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 227,5		Distrito : Camana Progresiva : Km 0+000,00 Al			Fecha : 10 de setiembre del 2023 Km 0+035,00				
<b>Tipo de fallas</b>									
Observaciones	1.- Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra Dimensiones 		
	2.- Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12.- Pulimiento de agreg.	Pu	m <sup>2</sup>			
	3.- Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Hue	und			
	4.- Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14.- Cruce de via ferrea	Cvf	m <sup>2</sup>			
	5.- Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>			
	6.- Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>			
	7.- Grieta de borde	Gb	m	17.- Grieta parabolica	Gp	m <sup>2</sup>			
	8.- Reflexion de juntas	Gr	m	18.- Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>			
	9.- Desnivel carril/berma	Dn	m	19.- Desprendimientos de					
	10.- Grietas long y transv	Git	m	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>			
<b>Tipo de fallas existentes</b>									
1			2			3			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			6,30						
<b>Total por falla</b>		0,00	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00

(continúa)

	7			8			9		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
			35,00						
			35,00						
<b>Total por falla</b>	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10			11			12		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
						21,60			
						14,90			
<b>Total por falla</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,50	0,00	0,00	0,00
	19								
	L	M	H						
	191,00								
<b>Total por falla</b>	191,00	0,00	0,00						

– Evaluación de la extensión y fallas

Se llevó a cabo el cálculo del porcentaje de ocurrencia, conocido como densidad de la falla, en función del muestreo realizado. Este proceso implica analizar la frecuencia con la que se presentan las fallas dentro de la población muestreada, lo que permite obtener una comprensión más clara sobre la magnitud y el alcance de los problemas presentes en el entorno evaluado, para el cual utilizamos una fórmula:

$$\% (Extensión) = \frac{Af}{AT} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

"Af: Sección de la falla.

AT: Sección total del tramo de muestreo."

– Suma de defectos por unidad de muestreo

Se recopilan todas las deficiencias detectadas en cada unidad de muestreo, incluyendo aquellas que se categorizaron como "piel de cocodrilo" y "agrietamiento en bloque". Es fundamental que los valores correspondientes a estos defectos se registren de manera individual y detallada para facilitar un análisis más preciso y una identificación clara de los problemas existentes.

d. Paso 5: Cálculo del PCI

Para determinar el PCI, se utiliza el valor máximo deducido corregido (VDC). Este valor es clave, ya que proporciona una base sólida para obtener el PCI, lo que permite evaluar de manera efectiva la calidad del producto a partir de las deficiencias observadas en las unidades de muestreo. Este procedimiento es esencial para asegurar la fiabilidad del índice, a fin de tomar decisiones informadas sobre la calidad del producto evaluado. La fórmula es la siguiente:

$$PCI = 100 + max. CDV \quad (4)$$

Dónde:

"Max.VDC = Máx.

CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento"

– Determinación PCI de sección

El valor del PCI correspondiente a cada unidad se obtiene al calcular el promedio ponderado de la zona que ha sido evaluada y sometida a inspección. Este proceso implica analizar varias unidades de muestra a lo largo de la sección vial, permitiendo así obtener una representación precisa del estado del pavimento en la región evaluada.

Según Vásquez (2002), la fórmula es la siguiente:

$$PCI_S = PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \quad (5)$$

Dónde:

" $PCI_r$ " = PCI promedio de la sección.

$PCI_{ri}$  = PCI de la unidad de muestra fortuita "i"

$A_{ri}$  = Sección o area i

$N$  = Número total."

e. Clasificación del Pavimento según el PCI

Según los resultados obtenidos para cada una de las vías, es posible determinar el tipo de intervención más apropiado, tomando como referencia los valores obtenidos en el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de la Tabla 16. Este índice proporciona una evaluación precisa del estado de las superficies de rodadura, lo que a su vez permite establecer prioridades y estrategias de mantenimiento adecuadas. De este modo, se asegura que las intervenciones realizadas sean efectivas y se adapten a las necesidades específicas de cada pavimento.

**Tabla 16**

*Intervención de acuerdo al PCI*

Pci	Estado	Intervención
0-30	Malo	Reconstrucción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

*Nota.* Conservación Del Pavimento, Utilizando El Método Pci. Fuente: Hiliquin (2016).

### 3.6.3. Metodología Vizir

a. Paso 1: verificación del tramo de investigación

En esta fase inicial, se lleva a cabo un examen detallado del área que será objeto de investigación. El propósito de esta verificación es definir claramente

los puntos de inicio y fin de la ruta que se va a analizar. Además, se recopila información relevante sobre las dimensiones de la calzada y el ancho de los carriles, aspectos que son fundamentales para comprender la infraestructura vial y su capacidad para soportar el tráfico.

b. Paso 2: Determinación del área de muestreo

De acuerdo a la metodología Vizir convendría evaluar tramos de 100 m desde el inicio hasta el final de la vía.

c. Paso 3: Evaluación visual de las fallas

Se realiza la evaluación visual de cada espécimen de fallas determinando el grado de severidad, posteriormente se toma mediciones de cada falla, dicha evaluación se realizará en tramos de 100 m (Ver Tabla 17).

**Tabla 17**

*Evaluación visual y medición de los tipos de fallas según el nivel de grave DAD, Leve (1), Medio (2) y Alta (3)*

N°	Falla tipo A	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	Ahu	M
N°2	Depresiones o hundimientos longitudinales	DI	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	Dt	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FIf	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	Fpc	M
N°6	Bacheos y parcheo	Bzr	M
Tipo de daño	Gravedad	Area	Extensión
FIf			
Bzr			
H			
PI			
Ex			
Db			

d. Paso 4: Calculo de la extensión

Se llevó a cabo la evaluación del porcentaje de propagación de la deficiencia, considerando los datos obtenidos del muestreo realizado. Este análisis

permite entender la magnitud del problema y su impacto en la población estudiada, proporcionando una base sólida para desarrollar estrategias adecuadas de intervención y manejo de la situación, para el cual utilizamos una fórmula:

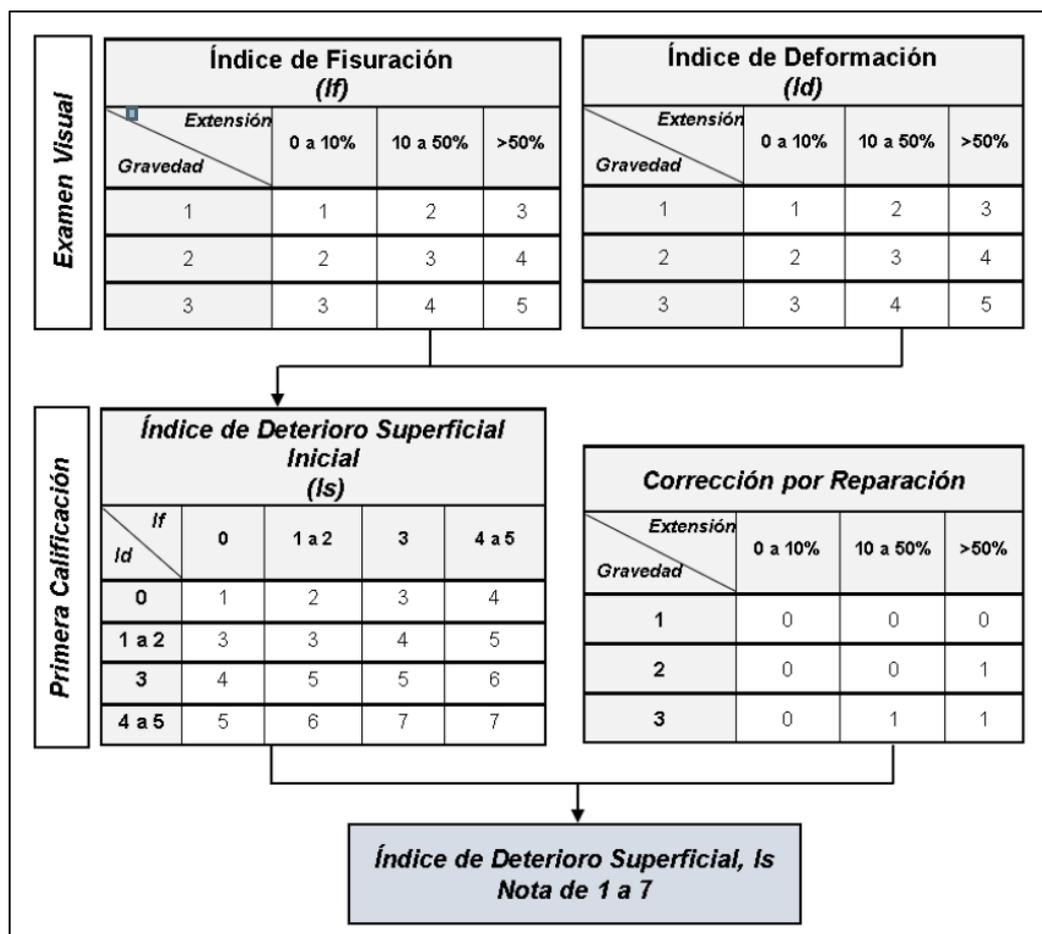
$$EF = \frac{\text{Area de Falla}}{\text{Ancho de la seccion Evaluada} \times 200} \times 100 \quad (6)$$

e. Paso 5: Cálculo del índice de deterioro superficial (is)

Para calcular el índice final de deterioro superficial (Is), según se observa en la Figura 4, primero es fundamental combinar el índice de deterioro superficial final (If) con el índice de deterioro superficial inicial (Id). Este proceso permite obtener el índice de deterioro superficial inicial (Is), que refleja la condición del tramo en estudio al inicio del análisis. Luego, es necesario realizar un ajuste a este índice inicial, teniendo en cuenta la gravedad de las lesiones y la extensión de los daños. Este ajuste se lleva a cabo mediante correcciones basadas en las actividades de reparación y bacheo que se hayan realizado en el sector analizado.

**Figura 4**

*Flujo grama para determinar el (Is)*



Nota. "Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras." Fuente: Invias (2013).

Obtenido el Índice de deterioro superficial (Is) se hace una clasificación Vizir obteniendo la Clasificación del tramo evaluado (Ver Tabla 18).

**Tabla 18**

*Longitud de unidades de muestreo estimado*

<b>Rangos de clasificación Vizir</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
1 – 2	Bueno
3 – 4	Regular
5 – 6 – 7	Malo

Nota. "Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras." Fuente: Invias (2013).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

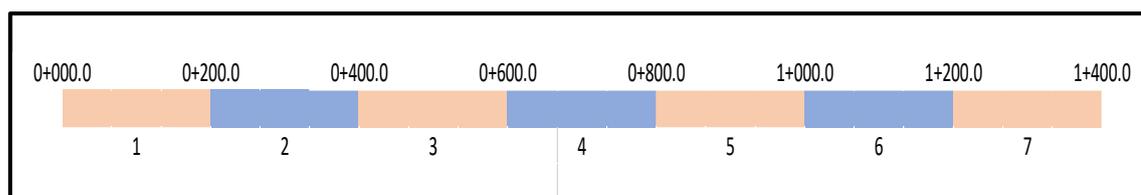
### 4.1. Resultado aplicando el MTC

#### 4.1.1. Determinación de las unidades de muestra

En este análisis, se toma como estudio la Avenida Telégrafos, que se extiende a lo largo de 1400 m lineales y posee una calzada de 6,5 m de ancho. Utilizando el método MTC (Ver Figura 5), se lleva a cabo una evaluación segmentada en tramos de 200 m, abarcando desde el inicio hasta el final de la vía. Esto permite determinar un total de 7 unidades de muestra para una evaluación más detallada y representativa del estado y características de la avenida. Esta segmentación facilita una mayor precisión en el análisis, asegurando que cada tramo se evalúe de manera clara y efectiva.

**Figura 5**

*Unidades de muestreo aplicando metodología MTC*



*Nota.* Se toma muestras cada 200 m obteniendo 7 unidades de muestreo.

#### 4.1.2. Resultados de conservación de la Av. Telégrafos por unidades de muestreo

- a. Se realiza un análisis visual atento de cada tipo de defecto, en el cual se considera el nivel de gravedad de cada uno. Tras esta evaluación inicial, se lleva a cabo la medición de las dimensiones de cada falla identificada. Con las medidas recogidas, se determina el porcentaje de extensión de los defectos en función de su severidad.
- b. La fórmula utilizada para calcular la extensión de las fallas (EF) es la siguiente

$$EF = \frac{\text{Area de Falla}}{\text{Ancho de la seccion Evaluada} \times 200} \times 100 \quad (7)$$

- c. Posteriormente, para obtener una puntuación que refleje la evaluación de las condiciones, se calcula la extensión promedio ponderada. Este cálculo se realiza utilizando la fórmula:

$$EF_p = \frac{[EF_{G1} \times A_{G1} + EF_{G2} \times A_{G2} + EF_{G3} \times A_{G3}]}{A_{G1} + A_{G2} + A_{G3}} \quad (8)$$

- d. Al calcular la puntuación para cada categoría de fallo, se procede a sumar todas estas puntuaciones. Finalmente, la evaluación global de la condición de la Av. Telégrafos se obtiene al restar la suma total de los puntajes acumulados del puntaje de condición preestablecido. Este proceso no solo proporciona una visión clara del estado actual de la infraestructura, sino que también es fundamental para orientar futuras estrategias de conservación y mantenimiento.

Para las siguientes Figuras 6 al 12, que corresponden a las diferentes muestras de la evaluación realizada en la Av. Telégrafos mediante el método MTC, cada tabla refleja detalladamente los tipos de deterioro observados en cada muestra, la gravedad de los daños, la extensión afectada y la evaluación del estado del pavimento. Estas permiten una comparación precisa entre las distintas secciones de la vía, ayudando a identificar patrones de deterioro y a determinar las intervenciones necesarias para mantener o mejorar la condición del pavimento.

Figura 6

Obtenido para MTC - muestra 1

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-1			Progresiva : KM 0+000.00 AL KM 0+200.00											
Área de la muestra(m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Numero de deterioros(Nij)						0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0.16	6.5	200	1300	0.012308	0.012307692	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia estructural	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	17.86969231	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	18
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
			3. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	232.306	6.5	200	1300	17.86969						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	1055.694	6.5	200	1300	81.20723	80.30490309	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	80
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular	0	6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas			Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Número de deterioros (Nij)	Longitud de deterioro (Lij)						0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	
Calzada de pavimento flexible	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho <= 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0	
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y <=3mm)	0	6.5	200	1300	0							
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0							
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	2.769230769	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	3	
			2. Continuo	36	6.5	200	1300	2.769231							
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0							
Tipos de conservación según calificación de condición									Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	102	
									Condición bueno		> 800	898	Conservación rutinaria		
									Condición regular		> 300 Y ≤ 800				
									Condición malo		≤ 300				

Nota. Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo 1, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Figura 7

Obtenido para MTC - muestra 2

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-2			Progresiva : KM 0+200.00 AL KM 0+400.00											
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas				Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla	
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )			0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
			Numero de deterioros(Nij)											
			Longitud de deterioro (Lij)											
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0.348	6.5	200	1300	0.026769	0.026769231	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia estructural	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	3.963923077	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	4
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
			3. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	51.531	6.5	200	1300	3.963923						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	1236.469	6.5	200	1300	95.113	94.20766789	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	94
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular	0	6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas				Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla	
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )			0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
			Número de deterioros(Nij)	Longitud de deterioro (Lij)										
Calzada de pavimento flexible	7	Baches (huecos)	1. Diámetro menor a 0.2m	0	6.5	200		1	0: sin deterioro	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	1	
			2. Diámetro entre 0.2m y 0.5m	1	6.5	200			0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100		
			3. Diámetro mayor a 0.5 m	0	6.5	200								
	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0.229384615	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	2.982	6.5	200	1300	0.229385						
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	3.038153846	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	3
			2. Continuo	39.496	6.5	200	1300	3.038154						
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0						
Tipos de conservación según calificación de condición						Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	102			
						Condición bueno	> 800	898	Conservación rutinaria					
						Condición regular	> 300 Y ≤ 800							
						Condición malo	≤ 300							

Nota. Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo 2, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Figura 8

Obtenido para MTC - muestra 3

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-3			Progresiva : KM 0+400.00 AL KM 0+600.00											
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas				Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla	
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )			0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia estructural	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
			3. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	0	6.5	200	1300	0						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	1288	6.5	200	1300	99.07692	98.17088757	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	98
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular		6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas			Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla		
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%		3: Severo Efp = mayor a 30%	
			Numero de deterioros(Nij)	Longitud de deterioro (Lij)										
Calzada de pavimento flexible	7	Baches (huecos)	1. Diametro menor a 0.2m	0	6.5	200		0	0: sin deterioro	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	0	
			2. Diametro entre 0.2m y 0.5m	0	6.5	200			0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100		
			3. Diametro mayor a 0.5 m	0	6.5	200								
	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 20 y < 50	50	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin perdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con perdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	0	0	0-20	20- 100	100	0
			2. Continuo	0	6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0						
Tipos de conservación según calificación de condición						Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	98			
						Condición bueno		> 800	902	Conservación rutinaria				
						Condición regular		> 300 Y ≤ 800						
						Condición malo		≤ 300						

Nota. Se realizo la evaluación en la unidad de muestreo 3, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Figura 9

Obtenido para MTC - muestra 4

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-4			Progresiva : KM 0+600.00 AL KM 0+800.00											
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas					Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Numero de deterioros(Nij)			Longitud de deterioro (Lij)	0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	2.1	6.5	200	1300	0.161538	0.161538462	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	27.14707692	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	27
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
			3. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	352.912	6.5	200	1300	27.14708						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	935.088	6.5	200	1300	71.92985	71.03016077	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	71
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular		6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas			Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla		
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%		3: Severo Efp = mayor a 30%	
			Numero de deterioros(Nij)	Longitud de deterioro (Lij)										
Calzada de pavimento flexible	7	Baches (huecos)	1. Diametro menor a 0.2m	0	6.5	200		0	0: sin deterioro	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	0	
			2. Diametro entre 0.2m y 0.5m	0	6.5	200			0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100		
			3. Diametro mayor a 0.5 m	0	6.5	200								
	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho <= 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin perdidas de material (ancho > 1mm y <=3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con perdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Continuo	0	6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0						
Tipos de conservación según calificación de condición						Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	98			
						Condición bueno		> 800	902	Conservación rutinaria				
						Condición regular		> 300 Y ≤ 800						
						Condición malo		≤ 300						

Nota. Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo 4, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Figura 10

Obtenido para MTC - muestra 5

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-5			Progresiva : KM 0+800.00			AL KM 1+000.00								
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas				Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla	
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )			0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	23.07692308	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	23
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
			3. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	300	6.5	200	1300	23.07692						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	988	6.5	200	1300	76	75.09907692	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	75
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular		6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas				Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla	
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )			0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
			Número de deterioros(Nij)	Longitud de deterioro (Lij)										
Calzada de pavimento flexible	7	Baches (huecos)	1. Diametro menor a 0.2m	0	6.5	200		0	0: sin deterioro	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	0	
			2. Diametro entre 0.2m y 0.5m	0	6.5	200			0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100		
			3. Diametro mayor a 0.5 m	0	6.5	200								
	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin perdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con perdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	0.4335	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Continuo	5.6355	6.5	200	1300	0.4335						
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0						
Tipos de conservación según calificación de condición						Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	98			
						Condición bueno	> 800	902	Conservación rutinaria					
						Condición regular	> 300 Y ≤ 800							
						Condición malo	≤ 300							

Nota. Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo 5, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Figura 11

Obtenido para MTC - muestra 6

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-6			Progresiva : KM 1+000.00			AL KM 1+200.00								
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Longitud de deterioro (Lij)						0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	17.86969231	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	18
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	1055.694	6.5	200	1300	81.20723	80.30490309	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	80
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular	0	6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada longitud evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Número de deterioros (Nij)						Longitud de deterioro (Lij)	0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	
Calzada de pavimento flexible	7	Baches (huecos)	1. Diámetro menor a 0.2m	0	6.5	200			0	0: sin deterioro	1: Leve Efp = > 0 y < 20	2: Moderado Efp = 10 y < 30	3: Severo Efp = mayor a 30%	0
			2. Diámetro entre 0.2m y 0.5m	0	6.5	200				0	≥ 20 y < 50	50		
			3. Diámetro mayor a 0.5 m	0	6.5	200				0	≥ 50 y < 100	100		
	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0		0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0		0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Continuo	0	6.5	200	1300	0		0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0		0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
Tipos de conservación según calificación de condición						Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	98			
						Condición bueno	> 800	902	Conservación rutinaria					
						Condición regular	> 300 Y ≤ 800							
						Condición malo	≤ 300							

Nota. Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo 5, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Figura 12

Obtenido para MTC - muestra 7

Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 200m de carretera con pavimento flexible														
Nombre de la vía : AV. TELEGRAFOS			Distrito : AV. TELEGRAFOS			Fecha : 10/09/2023								
Unidad muestreada : M-7			Progresiva : KM 1+200.00 AL KM 1+400.00											
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 1300														
Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas					Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada longitud (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Numero de deterioros(Nij)			0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	
			Longitud de deterioro (Lij)											
Calzada de pavimento flexible	1	Piel de cocodrilo	1. Malla grande > 0.5 m sin material suelto	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 40	≥ 40 y < 200	100	0
			2. Malla mediana entre 0.3 y 0.5 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
			2. Malla pequeña < 0.3 m con o sin material suelto	0	6.5	200	1300	0						
	2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	3	Deformación por deficiencia	1. Profundidad sensible al usuario < 2cm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 2cm y 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 4 cm	0	6.5	200	1300	0						
	4	Ahuellamiento	1. Profundidad sensible al usuario < 6 mm	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	0
			2. Profundidad sensible al usuario entre 6mm y 12mm	0	6.5	200	1300	0						
			3. Profundidad sensible al usuario > 12 mm	0	6.5	200	1300	0						
	5	Reparaciones o parchados	1. Reparación o parchado para deterioro superficiales	0	6.5	200	1300	0	23.16615385	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	23
			2. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	0	6.5	200	1300	0						
			3. Reparación piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	301.16	6.5	200	1300	23.16615						
	6	Peladuras y desprendimientos	1. Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)	986.84	6.5	200	1300	75.91077	75.00987188	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	75
			2. Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular		6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con aparición de la base granular	12	6.5	200	1300	0.923077						

Código de daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas			Porcentaje de extensión del deterioro/fallo	Extensión promedio ponderado Efp	Puntaje de condición según extensión de				Puntaje de la condición resultante por cada tipo de deterioro/falla		
			Área del deterioro (m <sup>2</sup> )	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Área de la sección evaluada (m <sup>2</sup> )	0: sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%		3: Severo Efp = mayor a 30%	
			Numero de deterioros(Nij)	Longitud de deterioro (Lij)										
Calzada de pavimento flexible	7	Baches (huecos)	1. Diametro menor a 0.2m	0	6.5	200		1	0: sin deterioro	1: Leve Efp = menor a 10 %	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	1	
			2. Diametro entre 0.2m y 0.5m	1	6.5	200			0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100		
			3. Diametro mayor a 0.5 m	0	6.5	200								
	8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	0	6.5	200	1300	0	0	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	0
			2. Fisuras medias corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, sin perdidas de material (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
			3. Fisuras gruesas corresponde a las fisuras abiertas y/o ramificadas, con perdidas de material (ancho > 3mm)	0	6.5	200	1300	0						
	9	Exudación	1. Puntual	0	6.5	200	1300	0	0	0	0-20	20- 100	100	0
			2. Continuo	0	6.5	200	1300	0						
			3. Continuo con superficie viscosa	0	6.5	200	1300	0						
Tipos de conservación según calificación de condición						Tipos de condición según calificación de condición				Resultado	99			
						Condición bueno		> 800	901	Conservación rutinaria				
						Condición regular		> 300 Y ≤ 800						
						Condición malo		≤ 300						

Nota. Se realizo la evaluación en la unidad de muestreo 7, en la cual se obtuvo un tipo de condición bueno, con una conservación rutinaria.

Se presentan los resultados obtenidos a través de la metodología MTC, que evaluó diferentes secciones de la infraestructura. Se analizaron un total de siete tramos, cada uno con una longitud de 200 m y una superficie correspondiente de 1300 m<sup>2</sup>. En el segmento que abarca desde KM 0+000,00 hasta KM 0+200,00, la evaluación indicó un estado calificado como bueno. Esta misma clasificación se mantuvo constante en los siguientes tramos: de KM 0+200,00 a KM 0+400,00; de KM 0+400,00 a KM 0+600,00; de KM 0+600,00 a KM 0+800,00; de KM 0+800,00 a KM 1+000,00; de KM 1+000,00 a KM 1+200,00; y finalmente, de KM 1+200,00 a KM 1+400,00. En todos los casos, el estado fue clasificado como bueno. Al analizar el promedio de las condiciones a lo largo de la Avenida Telégrafos, se concluye que esta presenta una condición general de bueno, lo que sugiere que la infraestructura se encuentra en un estado adecuado para su uso y que se requiere un mantenimiento rutinario para mantener su estado óptimo. Esta evaluación resalta la efectividad de los esfuerzos realizados en el mantenimiento y gestión de la carretera, asegurando una adecuada transitabilidad y seguridad para los usuarios (Ver Tabla 19).

**Tabla 19**

*Obtenido por cada tramo por medio del MTC*

<b>Unidad de muestra</b>	<b>Prog. inicial (km)</b>	<b>Prog. final (km)</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>(MTC.) Calculado</b>	<b>Conservación del pavimento</b>
M – 1	KM 0+000,00	KM 0+200,00	1300,00	898	Cons. Rutinaria
M – 2	KM 0+200,00	KM 0+400,00	1300,00	898	Cons. Rutinaria
M – 3	KM 0+400,00	KM 0+600,00	1300,00	902	Cons. Rutinaria
M – 4	KM 0+600,00	KM 0+800,00	1300,00	902	Cons. Rutinaria
M – 5	KM 0+800,00	KM 1+000,00	1300,00	902	Cons. Rutinaria
M – 6	KM 1+000,00	KM 1+200,00	1300,00	902	Cons. Rutinaria
M – 7	KM 1+200,00	KM 1+400,00	1300,00	901	Cons. Rutinaria

*Nota.* Elaboración propia de los autores.

**Tabla 20***Estado y Mantenimiento requerido metodología MTC*

Tipos de condición De pav.	N° de muestras	%
Bueno	7	100%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Total	7	100%

*Nota.* Elaboración propia de los autores.

Los obtenidos a través de la metodología MTC de Perú revelan que la vía con pavimento flexible se encuentra en un estado que requiere un mantenimiento periódico. Este mantenimiento es crucial para sostener la infraestructura, ya que actualmente se ha logrado conservar su condición en un nivel que ha sido calificado como "bueno" (Ver Tabla 20 y Figura 13). Todo esto sugiere una gestión eficiente del mantenimiento, lo que contribuye a la prolongación de la vida útil del pavimento y la seguridad de los usuarios.

**Figura 13***Porcentaje de condición obtenida con el método MTC*

*Nota.* Los porcentajes obtenidos indican que tiene una condición buena con un 100%.

## 4.2. Resultado aplicando el método PCI

### 4.2.1. Determinación de las unidades de muestra

En este análisis, se examina la Avenida Telégrafos, que se extiende a lo largo de 1400 m lineales y presenta un ancho de calzada de 6,5 m Utilizando la metodología de PCI, se procede a evaluar la carretera dividiéndola en tramos de 35 m de longitud. Esta segmentación permite realizar un diagnóstico más detallado del estado del pavimento, facilitando la identificación de áreas que puedan requerir atención o reparación y contribuyendo así a una gestión más efectiva del mantenimiento vial.

Calculamos las unidades a ser evaluadas:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad (9)$$

Donde:

“n : Número mínimo.

N : Número total.

e : Error admisible (e=5,0%).

$\sigma$  : Desviación estándar (10)”

Primero calculamos el N en la zona de investigación.

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía (m)}}{\text{longitud de la unidad de muestra (m)}} \quad (10)$$

Donde:

“N: Números total de muestras.”

$$N = \frac{1400 \text{ m}}{35 \text{ m}} = 40 \quad (11)$$

Sustituimos el valor obtenido en la ecuación previa con el fin de calcular la cantidad mínima de unidades de muestreo necesarias:

$$n = \frac{40 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (40 - 1) + 10^2} \quad (12)$$

$$n = 12 \text{ Unidades a ser evaluadas}$$

Para la determinación de las unidades de observación en la muestra se aplica la siguiente formula:

$$i = \frac{N}{n} \quad (13)$$

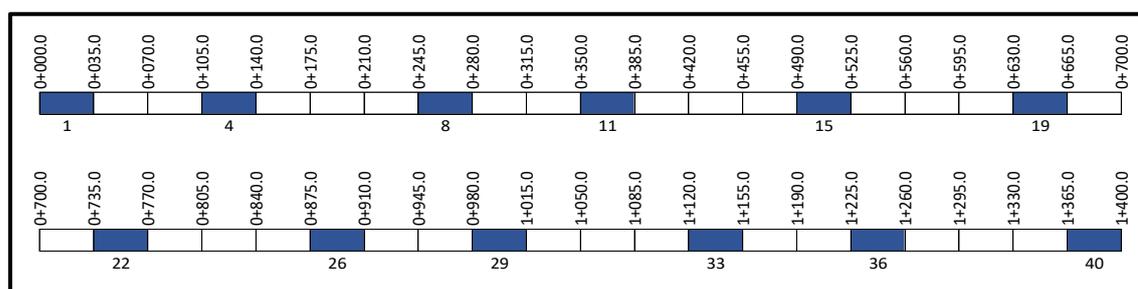
$$i = \frac{40}{12}$$

$$i = 3.33 \cong 3$$

La Figura 14 muestra la división de la vía en tramos de 35 m, seleccionando unidades de muestreo con un intervalo de 3, lo que resultó en 12 unidades a evaluar mediante la metodología PCI. Por su parte, la Tabla 21 detalla los tramos específicos que se evaluaron, indicando las progresivas de inicio y fin para cada uno de los tramos seleccionados.

**Figura 14**

*Unidades de muestreo aplicando metodología PCI*



*Nota.* Se divide la vía en tramos de 35 m de inicio a fin, para luego seleccionar los tramos a evaluar con un intervalo de 3, teniendo 12 unidades de muestreo.

**Tabla 21**

*Resumen de los tramos a evaluar aplicando metodología PCI*

Tramo 01 -	M 01	Tramo 02 -	M 02	Tramo 03 -	M 03
Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
Km 0+000,00	Km 0+035,00	Km 0+105,00	Km 0+140,00	Km 0+245,00	Km 0+280,00
Tramo 04 -	M 04	Tramo 05 -	M 05	Tramo 06 -	M 06
Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
Km 0+350,00	Km 0+385,00	Km 0+490,00	Km 0+525,00	Km 0+630,00	Km 0+665,00
Tramo 07 -	M 07	Tramo 08 -	M 08	Tramo 09 -	M 09
Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
Km 0+735,00	Km 0+770,00	Km 0+875,00	Km 0+910,00	Km 0+980,00	Km 1+015,00
Tramo 10 -	M 10	Tramo 11 -	M 11	Tramo 12 -	M 12
Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
Km 1+120,00	Km 1+155,00	Km 1+225,00	Km 1+260,00	Km 1+365,00	Km 1+400,00

*Nota.* Se tomo 12 tramos de muestreo a evaluar con sus progresivas.

#### 4.2.2. Determinación de las unidades de muestra

- a. Para llevar a cabo la determinación de las unidades de muestra, se inicia con un exhaustivo análisis visual que examina cada tipo de defecto presente en la superficie evaluada, prestando especial atención al grado de severidad de cada uno.
- b. Este análisis preliminar permite identificar y categorizar los diferentes tipos de fallas. Una vez que se han registrado las dimensiones de cada tipo de defecto en función de su gravedad, se procede al cálculo del porcentaje de extensión de cada daño, utilizando la siguiente fórmula:

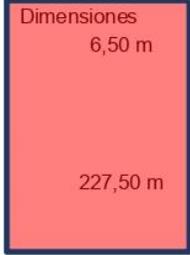
$$EF = \frac{\text{Area de Falla}}{\text{Ancho de la seccion Evaluada} \times 35} \times 100 \quad (14)$$

- c. Este cálculo proporciona una medida del impacto que tiene el defecto en el área total analizada. A continuación, se lleva a cabo el cálculo de la densidad de las fallas y se determina el valor deducido, que es esencial para un análisis más detallado. Este valor puede ser ajustado a través de la utilización de ábacos, permitiendo así una corrección más precisa. Finalmente, se realiza una clasificación de los defectos conforme al PCI, lo que facilita una mejor comprensión del estado general de la superficie evaluada.

Las Figuras 15 al 26 corresponden a la evaluación del índice de condición del pavimento (PCI) para 12 muestras, siguiendo la metodología PCI. En cada una de estas se registran los tipos de fallas observadas, su severidad y el cálculo del PCI para cada muestra. Permiten determinar el estado general del pavimento, clasificándolo en rangos como bueno, regular o malo. En la Figura 14, por ejemplo, la muestra M-1 presenta un PCI de 27,76, lo que indica que el estado del pavimento es malo.

**Figura 15**

Obtenido para PCI - muestra M – 1

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		<b>Índice de condición del pavimento flexible</b>  <b>Hoja de inspección N°1 (Método PCI)</b>									
Nombre de la vía : Av. Telégrafos		Distrito : Camaná		Fecha : 10 de setiembre del 2023							
Unidad muestreada : M -1		Progresiva : Km 0+000,00		AI		Km 0+035,00					
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 227,5											
<b>Tipo de fallas</b>											
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra 				
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>					
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und					
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>					
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>					
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>					
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>					
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>					
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de							
	10) Grietas long y transv	Glt	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>					
<b>Tipo de fallas existentes</b>											
1			2			3					
L		M	H	L		M	H	L		M	H
				6,30							
Total por falla		0,00		0,00		0,00		6,30		0,00	
7			8			9					
L		M	H	L		M	H	L		M	H
				35,00							
				35,00							

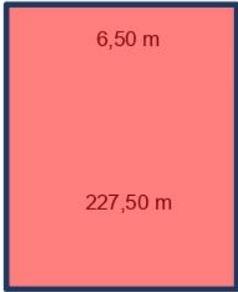
(continúa)

Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	10			11			12			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
						21,60				
						14,90				
Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,50	0,00	0,00	0,00	
	19									
	L	M	H							
	191,00									
Total por falla	191,00	0,00	0,00							
Cálculo del PCI										
Tipo de falla	Severidad		Total	Densidad		Valor deducido				
2	L		6,30	2,77%		0,3				
7	H		70,00	30,77%		37,1				
11	H		36,50	16,05%		61,38				
19	L		191,00	83,95%		15				
Valor total de deducción				Vdt=		113,78				
Cálculo del PCI										
Número de deducidos > 2 (q)			3							
Valor deducido más alto (hdvi)			61,38							
Número máximo de valores deducidos (mi)			4,55							
Nº	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc	
1	61,38	37,1	15	0,3	0	0	113,78	3	69,89	
2	61,38	37,1	2	2	0	0	102,48	2	72,24	
3	61,38	2	2	2	0	0	67,38	1	67,38	
								Máx vdc =	72,24	
<b>Índice de condición del estado del pavimento :</b>										
<b>PCI</b>		=		<b>100- (Máx vdc)</b>						
<b>PCI</b>		=		<b>27,76</b>						
<b>Condición del estado del pavimento :</b>										
Malo										

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra - 1, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 27,76, con una condición del estado del pavimento malo.

**Figura 16**

Obtenido para PCI - muestra M – 2

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA				Índice de condición del pavimento flexible						
Hoja de inspección N°2 (Método PCI)										
Nombre de la vía :		Av. Telégrafos		Distrito :		Camaná		Fecha :		10 de setiembre del 2023
Unidad muestreada :		M -2		Progresiva :		Km 0+105,00		Al		Km 0+140,00
Área de la muestra (m²) :		227,5								
Tipo de fallas										
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m²	11) Parcheo	Pa	m²	Forma de la muestra			
	2) Exudación	Ex	m²	12) Pulimiento de agreg	Pu	m²				
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m²	13) Huecos	Hue	und				
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m²	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m²				
	5) Corrugación	Cor	m²	15) Ahuellamiento	Ahu	m²				
	6) Depresión	Dep	m²	16) Desplazamiento	Des	m²				
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m²				
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m²				
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de						
	10) Grietas long y transv	Git	M	Agregados	Dag	m²				
Tipo de fallas existentes										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
			6,30							
Total por falla	0,00	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7			8			9				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
		35,00								
		35,00								

(continúa)

Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
	10			11			12											
	L	M	H	L	M	H	L	M	H									
	1,65					42,00												
Total por falla	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	0,00	0,00	0,00									
	19																	
	L	M	H															
	185,50																	
Total por falla	185,50	0,00	0,00															
Cálculo del PCI																		
Tipo de falla	Severidad			Total	Densidad			Valor deducido										
2	L			6,30	2,77%			0,3										
7	H			70,00	30,77%			37,1										
11	H			42,00	18,46%			65,11										
19	L			185,50	81,54%			14,88										
Valor total de deducción				Vdt=			117,39											
Cálculo del PCI																		
Número de deducidos > 2 (q)			3															
Valor deducido más alto (hdvi)			65,11															
Número máximo de valores deducidos (mi)			4,2															
N°	Valores deducidos					Vdt	Q	Vdc										
1	65,11	37,1	14,88	0,3	0	0	117,39	3	71,70									
2	65,11	37,1	2	2	0	0	106,21	2	74,11									
3	65,11	2	2	2	0	0	71,11	1	71,11									
								Máx vdc =	74,11									
<b>Índice de condición del estado del pavimento :</b>		<table border="1"> <tr> <td>PCI</td> <td>=</td> <td>100- (Máx vdc)</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>=</td> <td>25,89</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Malo</td> </tr> </table>								PCI	=	100- (Máx vdc)	PCI	=	25,89	Malo		
PCI	=	100- (Máx vdc)																
PCI	=	25,89																
Malo																		
<b>Condición del estado del pavimento :</b>																		

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra - 2, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 25,89, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 17

Obtenido para PCI - muestra M – 3

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible						
		Hoja de inspección N°3 (Método PCI)						
Nombre de la vía	Av. Telégrafos	Distrito	Camaná		Fecha	10 de setiembre del 2023		
Unidad muestreada	M -3	Progresiva	0+245,00	Al	Km	0+280,00		
Área de la muestra (m²)	227,5							
Tipo de fallas								
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m²	11) Parcheo	Pa	m²	Forma de la muestra	
	2) Exudación	Ex	m²	12) Pulimiento de agreg	Pu	m²		
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m²	13) Huecos	Hue	und		
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m²	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m²		
	5) Corrugación	Cor	m²	15) Ahuellamiento	Ahu	m²		
	6) Depresión	Dep	m²	16) Desplazamiento	Des	m²		
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m²		
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m²		
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de	Dag	m²		
	10) Grietas long y transv	GlT	M	Agregados				
Tipo de fallas existentes								
1			2			3		
L	M	H	L	M	H	L	M	H
			35,18					
			13,20					
Total por falla	0,00	0,00	0,00	48,38	0,00	0,00	0,00	0,00
7			8			9		
L	M	H	L	M	H	L	M	H
		35,00						
		35,00						

(continúa)

Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	19								
	L	M	H						
	227,00								
Total por falla	227,00	0,00	0,00						
Cálculo del PCI									
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido					
2	L	48,38	21,27%	5,9					
7	H	70,00	30,77%	37,1					
19	L	227,00	99,78%	15,79					
Valor total de deducción			Vdt=	58,79					

Cálculo del PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto (hdvi)	37,1
Número máximo de valores deducidos (mi)	6,78

N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc	
1	60	37,1	5,9	0	0	0	0	103	3	64,50
2	60	37,1	2	0	0	0	0	99,1	2	70,37
3	60	2	2	0	0	0	0	64	1	64,00
									Máx vdc	
									=	70,37

Índice de condición del estado del pavimento :

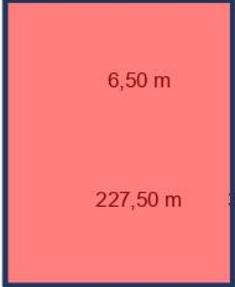
PCI	=	100- (Máx vdc)
PCI	=	29,63
Malo		

Condición del estado del pavimento :

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra - 3, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 29,63, con una condición del estado del pavimento malo.

**Figura 18**

Obtenido para PCI - muestra M – 4

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			Índice de condición del pavimento flexible						
			Hoja de inspección N°4 (Método PCI)						
Nombre de la vía	Av. Telégrafos		Distrito	Camaná			Fecha	10 de setiembre del 2023	
Unidad muestreada	M-4		Progresiva	Km 0+350,00		AI	Km 0+385,00		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> )	227,5								
Tipo de fallas									
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra 		
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>			
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und			
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>			
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>			
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>			
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>			
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>			
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de					
	10) Grietas long y transv	Git	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>			
Tipo de fallas existentes									
1			2			3			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			5,40						
<b>Total por falla</b>	0,00	0,00	0,00	5,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7			8			9			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
		35,00							
		35,00							

(continúa)

Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	19									
	L	M	H							
	227,00									
Total por falla	227,00	0,00	0,00							
Cálculo del PCI										
Tipo de falla	Severidad		Total	Densidad		Valor deducido				
2	L		5,40	2,37%		0,3				
7	H		70,00	30,77%		37,1				
19	L		227,00	99,78%		15,79				
Valor total de deducción				Vdt=		53,19				
Cálculo del PCI										
Número de deducidos > 2 (q)			2							
Valor deducido más alto (hdvi)			37,1							
Número máximo de valores deducidos (mi)			6,78							
N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc	
1	37,1	15,79	0,3	0	0	0	53,19	2	39,23	
2	37,1	2	2	0	0	0	41,1	1	41,10	
								Máx vdc =	41,1	

**Índice de condición del estado del pavimento :**

PCI	=	100 - (Máx vdc)
PCI	=	58,9
Bueno		

**Condición del estado del pavimento :**

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra - 4, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 58,90, con una condición del estado del pavimento bueno.

Figura 19

Obtenido para PCI - muestra M - 5

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible									
		Hoja de inspección N° 5 (Método PCI)									
Nombre de la vía :		Av. Telégrafos		Distrito :		Camaná		Fecha :		10 de setiembre del 2023	
Unidad muestreada :		M - 5		Progresiva :		Km 0+490,00		Al		Km 0+525,00	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) :		227,5									
Tipo de fallas											
Observaciones	1) Piel de cocodrilo			Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo			Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra  6,50 m  227,50 m    35,00 m
	2) Exudación			Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg			Pu	m <sup>2</sup>	
	3) Agrietamiento en bloque			Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos			Hue	und	
	4) Abultamiento y hundimientos			Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea			Cvf	m <sup>2</sup>	
	5) Corrugación			Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento			Ahu	m <sup>2</sup>	
	6) Depresión			Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento			Des	m <sup>2</sup>	
	7) Grieta de borde			Gb	M	17) Grieta parabólica			Gp	m <sup>2</sup>	
	8) Reflexión de juntas			Gr	M	18) Hinchamiento			Hn	m <sup>2</sup>	
	9) Desnivel carril/berna			Dn	M	19) Desprendimientos de					
	10) Grietas long y transv			Gl	M	Agregados			Dag	m <sup>2</sup>	
Tipo de fallas existentes											
7				8			9				
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	
				35,00							
				35,00							
Total por falla		0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19											
		L	M	H							
		227,00									
Total por falla		227,00	0,00	0,00							
Cálculo del PCI											

(continúa)

Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido
7	H	70,00	30,77%	37,1
19	L	227,00	99,78%	15,79
Valor total de deducción			Vdt=	52,89

Cálculo del PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	2
Valor deducido más alto (hdvi)	37,1
Número máximo de valores deducidos (mi)	6,78

N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc
1	37,1	15,79	0	0	0	0	52,89	2	39,02
2	37,1	2	0	0	0	0	39,1	1	39,10
								Máx vdc =	39,1

**Índice de condición del estado del pavimento :**

<b>PCI</b>	=	<b>100- (Máx vdc)</b>
<b>PCI</b>	=	<b>60,9</b>

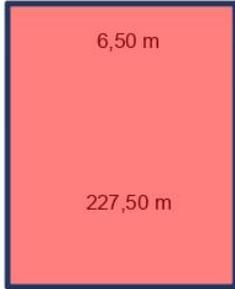
**Condición del estado del pavimento :**

Bueno
-------

*Nota.* Se realizó la evaluación en la muestra - 5, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 60,90, con una condición del estado del pavimento bueno.

**Figura 20**

Obtenido para PCI - muestra M – 6

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible							
		Hoja de inspección N° 6 (Método PCI)							
Nombre de la vía : Av. Telégrafos		Distrito : Camaná		Fecha :					
Unidad muestreada : M - 6		Progresiva : Km 0+630,00		Al : Km 0+665,00					
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 227,5									
Tipo de fallas									
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra 		
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>			
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und			
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>			
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>			
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>			
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>			
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>			
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de					
	10) Grietas long y transv	GlT	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>			
Tipo de fallas existentes									
	7			8			9		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
			35,00						
			35,00						
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10			11			12		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
						42,00			
						13,00			
						6,00			

(continúa)

Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,00	0,00	0,00	0,00
	19								
	L	M	H						
	166,50								
Total por falla	166,50	0,00	0,00						

Cálculo del PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido
7	H	70,00	30,77%	37,1
11	H	61,00	26,81%	71,31
19	L	166,50	73,19%	14,32
Valor total de deducción			Vdt=	122,73

Cálculo del PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto (hdvi)	71,31
Número máximo de valores deducidos (mi)	3,63

N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc
1	71,31	37,1	14,32	0	0	0	122,73	3	74,50
2	71,31	37,1	2	0	0	0	110,41	2	76,21
3	71,31	2	2	0	0	0	75,31	1	75,31
								Máx vdc =	76,21

Índice de condición del estado del pavimento :

PCI	=	100- (Máx vdc)
-----	---	----------------

PCI	=	23,79
-----	---	-------

Condición del estado del pavimento :

Muy malo
----------

	<b>Índice de condición del pavimento flexible</b>
--	---

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra - 6, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 23,79, con una condición del estado del pavimento muy malo.

Figura 21

Obtenido para PCI - muestra M – 7

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		<b>Hoja de inspección N° 7 (Método PCI)</b>								
Nombre de la vía	Av. Telégrafos	Distrito	Camaná			Fecha	10 de setiembre del 2023			
Unidad muestreada	M - 7	Progresiva	Km 0+735,00		Al	Km 0+770,00				
Área de la muestra (m <sup>2</sup> )	227,5									
Tipo de fallas										
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra			
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>				
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und	6,50 m			
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>				
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>				
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>				
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>	227,50 m	35,00 m		
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>				
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de						
	10) Grietas long y transv	Glt	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>				
Tipo de fallas existentes										
	7			8			9			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			35,00							
			35,00							
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	10			11			12			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
	16,00					5,25				
Total por falla	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	0,00	0,00	0,00	
	19									

(continúa)

	L	M	H	
	222,25			
<b>Total por falla</b>	<b>222,25</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

Cálculo del PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido
7	H	70,00	30,77%	37,1
10	L	16,00	7,03%	5,82
11	H	5,25	2,31%	27,49
19	L	222,25	97,69%	15,68
Valor total de deducción			Vdt=	86,09

Cálculo del PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido más alto (hdvi)	37,1
Número máximo de valores deducidos (mi)	6,78

N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc	
1	37,1	27,49	15,68	5,82	0	0	0	86,09	4	48,65
2	37,1	27,49	15,68	2	0	0	0	82,27	3	51,98
3	37,1	27,49	2	2	0	0	0	68,59	2	50,01
4	37,1	2	2	2	0	0	0	43,1	1	43,10
									Máx vdc =	51,98

**Índice de condición del estado del pavimento :**

<b>PCI</b>	<b>=</b>	<b>100- (Máx vdc)</b>
<b>PCI</b>	<b>=</b>	<b>48,02</b>

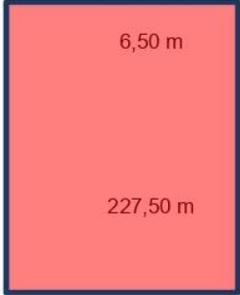
**Condición del estado del pavimento :**

Regular		
---------	--	--

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra - 7, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 48,02, con una condición del estado del pavimento regular.

**Figura 22**

Obtenido para PCI - muestra M – 8

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible Hoja de inspección N° 8 (Método PCI)							
Nombre de la vía :	Av. Telégrafos	Distrito :	Camaná	Fecha :	10 de setiembre del 2023				
Unidad muestreada :	M - 8	Progresiva :	Km 0+875,00	AI	Km 0+910,00				
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) :	227,5								
Tipo de fallas									
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra		
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>			
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und			
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>			
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>			
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>			
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>			
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>			
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de					
	10) Grietas long y transv	GlT	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>			
Tipo de fallas existentes									
	7			8			9		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
			35,00						
			35,00						
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10			11			12		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
						52,50			
Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	0,00	0,00	0,00
	19								

(continúa)

	L	M	H
	175,00		
<b>Total por falla</b>	<b>175,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Cálculo del PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido
7	H	70,00	30,77%	37,1
11	H	52,50	23,08%	69,22
19	L	175,00	76,92%	14,58
Valor total de deducción			<b>Vdt=</b>	<b>120,9</b>

Cálculo del PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto (hdvi)	69,22
Número máximo de valores deducidos (mi)	3,83

N°	Valores deducidos							Vdt	Q	Vdc
1	69,22	37,1	14,58	0	0	0	0	120,9	3	73,50
2	69,22	37,1	2	0	0	0	0	108,32	2	75,16
3	69,22	2	2	0	0	0	0	73,22	1	73,22
									<b>Máx vdc =</b>	<b>75,16</b>

**Índice de condición del estado del pavimento :**

PCI	=	<b>100 - (Máx vdc)</b>
PCI	=	<b>24,84</b>

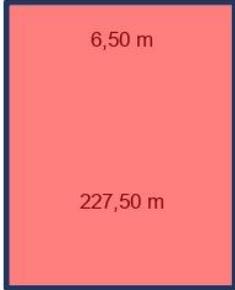
**Condición del estado del pavimento :**

Malo
------

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra 8, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 24,84, con una condición del estado del pavimento malo.

**Figura 23**

Obtenido para PCI - muestra M – 9

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible Hoja de inspección N° 9 (Método PCI)							
Nombre de la vía :	Av. Telégrafos	Distrito :	Camaná	Fecha :	10 de setiembre del 2023				
Unidad muestreada :	M - 9	Progresiva :	Km 0+980,00	AI	Km 01+015,00				
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) :	227,5								
Tipo de fallas									
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra 		
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>			
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und			
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>			
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>			
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>			
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>			
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>			
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de					
	10) Grietas long y transv	Git	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>			
Tipo de fallas existentes									
	7			8			9		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
			35,00						
			35,00						
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10			11			12		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
						52,50			
Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	0,00	0,00	0,00

(continúa)

		19									
		L	M	H							
		175,00									
Total por falla		175,00	0,00	0,00							
Cálculo del PCI											
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido							
7	H	70,00	30,77%	37,1							
11	H	52,50	23,08%	69,22							
19	L	175,00	76,92%	14,58							
Valor total de deducción			Vdt=	120,9							
Cálculo del PCI											
Número de deducidos > 2 (g)		3									
Valor deducido más alto (hdvi)		69,22									
Número máximo de valores deducidos (mi)		3,83									
N°	Valores deducidos							Vdt	Q	Vdc	
1	69,22	37,1	14,58	0	0	0	0	120,9	3	73,50	
2	69,22	37,1	2	0	0	0	0	108,32	2	75,16	
3	69,22	2	2	0	0	0	0	73,22	1	73,22	
									Máx vdc =	75,16	

**Índice de condición del estado del pavimento :**

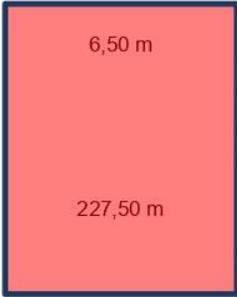
<b>PCI</b>	=	<b>100- (Máx vdc)</b>
<b>PCI</b>	=	<b>24,84</b>
Malo		

**Condición del estado del pavimento :**

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra 9, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 24,84, con una condición del estado del pavimento malo.

**Figura 24**

Obtenido para PCI - muestra M – 10

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			Índice de condición del pavimento flexible Hoja de inspección N° 10 (Método PCI)							
Nombre de la vía :	Av. Telégrafos		Distrito :	Camaná		Fecha :	10 de setiembre del 2023			
Unidad muestreada :	M - 10		Progresiva :	Km 01+120,00		Al :	Km 01+155,00			
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) :	227,5									
Tipo de fallas										
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m <sup>2</sup>	11) Parcheo	Pa	m <sup>2</sup>	Forma de la muestra			
	2) Exudación	Ex	m <sup>2</sup>	12) Pulimiento de agreg	Pu	m <sup>2</sup>				
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m <sup>2</sup>	13) Huecos	Hue	und				
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m <sup>2</sup>	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m <sup>2</sup>				
	5) Corrugación	Cor	m <sup>2</sup>	15) Ahuellamiento	Ahu	m <sup>2</sup>				
	6) Depresión	Dep	m <sup>2</sup>	16) Desplazamiento	Des	m <sup>2</sup>				
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m <sup>2</sup>				
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m <sup>2</sup>				
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de						
	10) Grietas long y transv	Git	M	Agregados	Dag	m <sup>2</sup>				
Tipo de fallas existentes										
	7			8			9			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			35,00							
			35,00							
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	10			11			12			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
						52,50				
Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	0,00	0,00	0,00	
	19									

(continúa)

	L	M	H	
	175,00			
Total por falla	175,00	0,00	0,00	
<b>Cálculo del PCI</b>				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor deducido
7	H	70,00	30,77%	37,1
11	H	52,50	23,08%	69,22
19	L	175,00	76,92%	14,58
Valor total de deducción			Vdt=	120,9

<b>Cálculo del PCI</b>	
Número de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto (hdvi)	69,22
Número máximo de valores deducidos (mi)	3,83

N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc	
1	69,22	37,1	14,58	0	0	0	0	120,9	3	73,50
2	69,22	37,1	2	0	0	0	0	108,32	2	75,16
3	69,22	2	2	0	0	0	0	73,22	1	73,22
									Máx vdc =	75,16

**Índice de condición del estado del pavimento :**

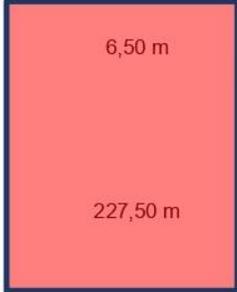
<b>PCI</b>	=	<b>100- (Máx vdc)</b>
<b>PCI</b>	=	<b>24,84</b>
Malo		

**Condición del estado del pavimento :**

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra 10, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 24,84, con una condición del estado del pavimento malo.

**Figura 25**

Obtenido para PCI - muestra M – 11

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible Hoja de inspección N° 11 (Método PCI)								
Nombre de la vía : Av. Telégrafos		Distrito : Camaná		Fecha : 10 de setiembre del 2023						
Unidad muestreada : M - 11		Progresiva : Km 01+225,00		AI : Km 01+260,00						
Área de la muestra (m²) : 227,5										
Tipo de fallas										
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m²	11) Parcheo	Pa	m²	Forma de la muestra 			
	2) Exudación	Ex	m²	12) Pulimiento de agreg	Pu	m²				
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m²	13) Huecos	Hue	und				
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m²	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m²				
	5) Corrugación	Cor	m²	15) Ahuellamiento	Ahu	m²				
	6) Depresión	Dep	m²	16) Desplazamiento	Des	m²				
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m²				
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m²				
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de						
	10) Grietas long y transv	GlT	M	Agregados	Dag	m²				
Tipo de fallas existentes										
	7			8			9			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			35,00							
			35,00							
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	10			11			12			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
						52,50				
Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	0,00	0,00	0,00	
	19									

(continúa)

	L	M	H							
	175,00									
Total por falla	175,00	0,00	0,00							
Cálculo del PCI										
Tipo de falla	Severidad		Total	Densidad		Valor deducido				
7	H		70,00	30,77%		37,1				
11	H		52,50	23,08%		69,22				
19	L		175,00	76,92%		14,58				
Valor total de deducción				Vdt=		120,9				
Cálculo del PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		3								
Valor deducido más alto (hdvi)		69,22								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3,83								
N°	Valores deducidos						Vdt	Q	Vdc	
1	69,22	37,1	14,58	0	0	0	0	120,9	3	73,50
2	69,22	37,1	2	0	0	0	0	108,32	2	75,16
3	69,22	2	2	0	0	0	0	73,22	1	73,22
									Máx vdc =	75,16

**Índice de condición del estado del pavimento :**

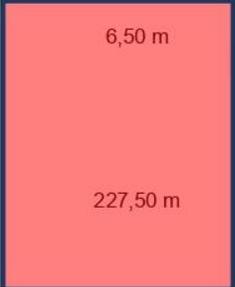
<b>PCI</b>	=	<b>100- (Máx vdc)</b>
<b>PCI</b>	=	<b>24,84</b>
Malo		

**Condición del estado del pavimento :**

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra 11, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 24,84, con una condición del estado del pavimento malo.

**Figura 26**

Obtenido para PCI - muestra M – 12

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de condición del pavimento flexible Hoja de inspección N° 12 (Método PCI)								
Nombre de la vía : Av. Telégrafos		Distrito : Camaná		Fecha : 10 de setiembre del 2023						
Unidad muestreada : M - 12		Progresiva : Km 01+365,00		AI : Km 01+400,00						
Área de la muestra (m²): 227,5										
Tipo de fallas										
Observaciones	1) Piel de cocodrilo	Pc	m²	11) Parcheo	Pa	m²	Forma de la muestra 			
	2) Exudación	Ex	m²	12) Pulimiento de agreg	Pu	m²				
	3) Agrietamiento en bloque	Blo	m²	13) Huecos	Hue	und				
	4) Abultamiento y hundimientos	Abh	m²	14) Cruce de vía férrea	Cvf	m²				
	5) Corrugación	Cor	m²	15) Ahuellamiento	Ahu	m²				
	6) Depresión	Dep	m²	16) Desplazamiento	Des	m²				
	7) Grieta de borde	Gb	M	17) Grieta parabólica	Gp	m²				
	8) Reflexión de juntas	Gr	M	18) Hinchamiento	Hn	m²				
	9) Desnivel carril/berma	Dn	M	19) Desprendimientos de						
	10) Grietas long y transv	Glt	M	Agregados	Dag	m²				
Tipo de fallas existentes										
	7			8			9			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			35,00							
			35,00							
Total por falla	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	13			14			15			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
						91,00				
Total por falla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,00	0,00	0,00	0,00	
	19									

(continúa)

	L	M	H							
	136,50									
<b>Total por falla</b>	<b>136,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>							
Cálculo del PCI										
Tipo de falla	Severidad		Total	Densidad	Valor deducido					
7	H		70,00	30,77%	37,1					
14	H		91,00	40,00%	81,2					
19	L		136,50	60,00%	13,4					
Valor total de deducción				Vdt=	131,7					
Cálculo del PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		3								
Valor deducido más alto (hdvi)		81,2								
Número máximo de valores deducidos (mi)		2,73								
N°	Valores deducidos							Vdt	Q	Vdc
1	81,2	37,1	13,4	0	0	0	0	131,7	3	79,52
2	81,2	37,1	2	0	0	0	0	120,3	2	81,15
3	81,2	2	2	0	0	0	0	85,2	1	85,20
									Máx vdc =	85,2
<b>Índice de condición del estado del pavimento :</b>										
<b>PCI =</b>		<b>100- (Máx vdc)</b>								
<b>PCI =</b>		<b>14,8</b>								
<b>Condición del estado del pavimento :</b>										
Muy malo										

Nota. Se realizó la evaluación en la muestra 12, en la cual se obtuvo el índice de condición del estado del pavimento 14,8, con una condición del estado del pavimento muy malo.

En la tabla que se presenta a continuación, se detalla el estado actual de cada muestra evaluada mediante el método PCI. Se analizaron 12 muestras de 35 ml, abarcando un área total de 227,5 m<sup>2</sup>. Los resultados muestran que la muestra 1 obtuvo un PCI de 27,76, clasificándose como "malo". La muestra 2 presenta un PCI de 25,89, también clasificado como "malo". En la muestra 3, el PCI fue de 29,63, igualmente catalogado como "malo". La muestra 4 arrojó un PCI de 58,9, lo cual se considera "bueno", mientras que la muestra 5 alcanzó un PCI de 60,9, también clasificado como "bueno". En el caso de la muestra 6, el PCI fue de 23,79, lo que indica un estado "muy malo". La muestra 7 registró un PCI de 48,02, evaluándose como "regular". Las muestras 8, 9, 10 y 11 obtuvieron un PCI de 24,84, todas calificadas como "malo". Finalmente, la muestra 12 presentó un PCI de 14,8, clasificándose como "muy malo" (Ver Tabla 22).

**Tabla 22***Resumen de clasificación de PCI*

Elemento de muestra	Prog. Inicial (km)	Prog. Final (km)	Area (m <sup>2</sup> )	Max V.D.	(PCI) calculado	Clasificación	Intervención de rango (PCI)
M - 1	KM 0+000,00	KM 0+035,00	227,5	72,24	27,76	Malo	Construcción
M - 2	KM 0+105,00	KM 0+140,00	227,5	74,11	25,89	Malo	Construcción
M - 3	KM 0+245,00	KM 0+280,00	227,5	70,37	29,63	Malo	Construcción
M - 4	KM 0+350,00	KM 0+385,00	227,5	41,1	58,9	Bueno	Rehabilitación
M - 5	KM 0+490,00	KM 0+525,00	227,5	39,1	60,9	Bueno	Rehabilitación
M - 6	KM 0+630,00	KM 0+665,00	227,5	76,21	23,79	Muy malo	Construcción
M - 7	KM 0+735,00	KM 0+770,00	227,5	51,98	48,02	Regular	Rehabilitación
M - 8	KM 0+875,00	KM 0+910,00	227,5	75,16	24,84	Malo	Construcción
M - 9	KM 0+980,00	KM 1+015,00	227,5	75,16	24,84	Malo	Construcción
M - 10	KM 1+120,00	KM 1+155,00	227,5	75,16	24,84	Malo	Construcción
M - 11	KM 1+225,00	KM 1+260,00	227,5	75,16	24,84	Malo	Construcción
M - 12	KM 1+365,00	KM 1+400,00	227,5	85,2	14,8	Muy malo	Construcción

*Nota.* Elaboración propia de los autores.

En la Tabla 23, se presenta la clasificación del estado de conservación del pavimento para las 12 muestras evaluadas. El 17% de las muestras obtuvieron una calificación de muy malo (11-25), mientras que el 58% fueron clasificadas como malo (26-40). Solo una muestra fue calificada como regular (41-55), representando el 8%, y dos muestras lograron la calificación de bueno (56-70), con un 17%. La Figura 27 ilustra el rango PCI y su relación con el estado del pavimento, proporcionando una guía visual para la interpretación de los resultados.

**Tabla 23***Clasificación de las muestras PCI*

<b>Clasificación del pavimento</b>	<b>N° de fallas</b>	<b>%</b>
Muy malo	2	17
Malo	7	58
Regular	1	8
Bueno	2	17
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100</b>

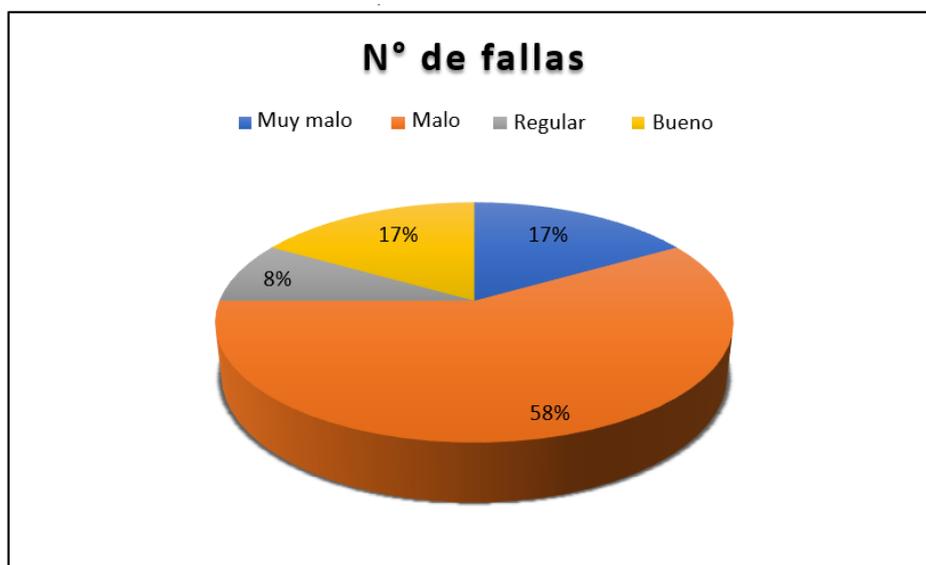
*Nota.* Elaboración propia de los autores.

**Figura 27**

*Resumen de los tramos a evaluar aplicando metodología PCI*

<b>RANGO PCI %</b>	<b>COLOR</b>	<b>ESTADO</b>
0 - 10		FALLA
11 - 25		MUY MALO
26 - 40		MALO
41 - 55		REGULAR
56 - 70		BUENO
71 - 85		MUY BUENO
86 - 100		EXCELENTE

*Nota.* Mediante el rango PCI obtenemos el estado en el que se encuentra el pavimento flexible.

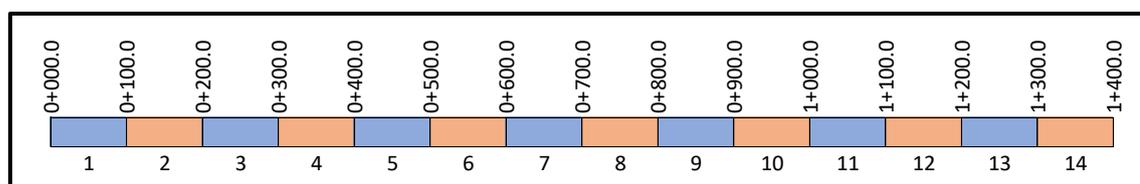
**Figura 28***Condición del pavimento flexible*

*Nota.* Se examinan los porcentajes correspondientes a cada nivel de severidad identificados en los 12 tramos evaluados. Los resultados muestran que el 17% se clasifica como excelente, un 58% como muy malo, el 8% como malo, el 17% como regular y un 17% como bueno.

### 4.3. Resultados obtenidos con la metodología Vizir

#### 4.3.1. Determinación de las unidades de muestra

La Figura 29 muestra la determinación de las unidades de muestreo aplicando la metodología Vizir. En la evaluación de la Av. Telégrafos, que tiene una longitud de 1400 m y un ancho de calzada de 6,5 m, se tomaron muestras cada 100 m, obteniendo 14 unidades de muestreo. Esta segmentación facilita un análisis sistemático del estado del pavimento a lo largo de toda la vía, permitiendo una evaluación más precisa y detallada.

**Figura 29***Unidades de muestreo aplicando metodología Vizir*

*Nota.* Se toma muestras cada 100 m obteniendo 14 unidades de muestreo.

#### 4.3.2. Resultados de conservación de la Av. Telégrafos por unidades de muestreo

- a. Se lleva a cabo una inspección visual detallada de cada tipo de falla, considerando el grado de severidad correspondiente, tras lo cual se implementan las medidas correctivas pertinentes.
- b. Teniendo las medidas de cada tipo de falla según la gravedad de esta, se calcula el porcentaje de extensión.

$$EF = \frac{\text{Area de Falla}}{\text{Ancho de la seccion Evaluada} \times 200} \times 100 \quad (15)$$

- c. Se llevó a cabo el cálculo del Índice de Frecuencia (If) y del Índice de Duración (Id), a partir de los cuales se procedió a determinar el Índice de Severidad (Is). Para este cálculo, se consideraron exclusivamente los daños de Tipo A, excluyendo los daños de Tipo B. Adicionalmente, la corrección por reparación se aplicó únicamente cuando fue estrictamente necesaria; de lo contrario, el valor final del Índice de Severidad (Is) se mantendrá igual al valor inicial calculado, conforme a lo estipulado por el método Vizir.

Las Figuras 30 a 43 corresponden a las hojas de inspección aplicadas a 14 unidades de muestreo de la Av. Telégrafos, evaluadas con el método Vizir. Cada una detalla los tipos de fallas observadas, su gravedad, área afectada y extensión. En la Figura 29, por ejemplo, se muestra la evaluación de la muestra M-1, donde el índice de deterioro superficial del pavimento fue 6, clasificando el estado del pavimento como malo. Estas hojas de inspección permiten un análisis detallado de cada segmento, proporcionando información esencial para la toma de decisiones en el mantenimiento de la vía.

Figura 30

Obtenido para Vizir - muestra M – 1

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°1 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA :	10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+000,00	AL	KM 0+100,00		2	
Área de la muestra (m2) : 650.00							3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascamiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF		1	0,17	0,03	1		6	Malo
BZR		3	115,306	17,74		4		
H		3	0,18	0,03				
PL		3	534,69	82,26				
EX		1	18,00	2,77				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 1, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 31

Obtenido para Vizir - muestra M – 2

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°1 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+100,00	AL	KM 0+200,00	2	
Área de la muestra (m2) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascaramiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF	1	0,35	0,05	1		6	Malo
BZR	3	120	18,46		4		
H	3	9,94	1,53				
PL	3	530,00	81,54				
EX	1	18,00	2,77				
DB	3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 2, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 32

Obtenido para Vizir - muestra M – 3

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°1 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+200,00	AL	KM 0+300,00	2	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascamiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR	3	62,731	9,65		3	4	Regular
PL	3	587,27	90,35				
EX	1	25,81	3,97				
DB	3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 3, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 33

Obtenido para Vizir - muestra M – 4

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°1 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+300,00	AL	KM 0+400,00	2	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascaramiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF		0,00	0,00	0		1	Bueno
BZR		0,00	0,00		0		
PL	3	650,00	100,00				
DB	3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 4, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 34

Obtenido para Vizir - muestra M – 5

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°5 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+400,00	AL	KM 0+500,00	2	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascaramiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF		0,00	0,00	0		1	Bueno
BZR		0,00	0,00		0		
PL	3	650,00	100,00				
DB	3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 5, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 35

Obtenido para Vizir - muestra M – 6

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°6 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1		
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+500,00	AL	KM 0+600,00	2		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3		
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascamiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF			0,00	0,00	0		1	Bueno
BZR		3	54,89	8,44		0		
PL		3	595,11	91,56				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 6, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 36

Obtenido para Vizir - muestra M – 7

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°7 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+600,00	AL	KM 0+700,00	2	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascaramiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF		0,50	0,08	0		1	Bueno
BZR	3	181,00	27,85		0		
PL	3	469,00	72,15				
DB	3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 7, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 37

Obtenido para Vizir - muestra M – 8

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°8 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1		
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+700,00	AL	KM 0+800,00	2		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3		
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascaramiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
FLF		1	1,60	0,25	1		1	Bueno
BZR		3	126,91	19,52		4		
PL		3	523,09	80,48				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 8, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 38

Obtenido para Vizir - muestra M – 9

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°9 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+800,00	AL	KM 0+900,00	2	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascaramiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR	3	150,00	23,08		4	5	Malo
PL	3	500,00	76,92				
DB	3	3,00	0,46				

Nota. Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M – 9, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 39

Obtenido para Vizir - muestra M – 10

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°10 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1		
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 0+900,00	AL	KM 1+000,00	2		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3		
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascaramiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR		3	150,00	23,08		4	5	Malo
PL		3	500,00	76,92				
EX		1	5,64	0,87				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M - 10, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 40

Obtenido para Vizir - muestra M – 11

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles					
		Hoja de inspección N°11 (Método Vizir)					Gravedad
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1	
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 1+000,00	AL	KM 1+100,00	2	
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3	
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M
				N°5	Fisura de borde	FB	M
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M
				N°9	Descascaramiento	PA	M
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M
				N°15	Segregación	S	M
Tipo de daño	Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR	3	150,00	23,08		4	5	Malo
PL	3	500,00	76,92				
DB	3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M - 11, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 41

Obtenido para Vizir - muestra M – 12

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°12 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1		
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 1+100,00	AL	KM 1+200,00	2		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3		
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascaramiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR		3	150,00	23,08		4	5	Malo
PL		3	500,00	76,92				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M - 12, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 42

Obtenido para Vizir - muestra M – 13

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°13 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1		
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 1+200,00	AL	KM 1+300,00	2		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3		
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascamiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR		3	150,00	23,08		4	5	Malo
H		3	0,16	0,02				
PL		3	500,00	76,92				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M - 13, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

Figura 43

Obtenido para Vizir - muestra M – 14

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>		Índice de deterioro superficial de pavimento flexibles						
		Hoja de inspección N°13 (Método Vizir)					Gravedad	
Nombre de la vía: Av. Telégrafos		Distrito:	Camaná		FECHA : 10/09/2023	1		
Undiad muestreada : M - 01		Progresiva:	KM 1+300,00	AL	KM 1+400,00	2		
Área de la muestra (m <sup>2</sup> ) : 650.00						3		
N°	Falla tipo A	Cod	Unidad	N°	Falla tipo B	Cod	Unidad	
N°1	Ahuellamiento	AHU	M	N°1	Fisura longitudinal de junta de construcción	FLI	M	
				N°2	Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M	
N°2	Depresiones o hundimientos transversales	DL	M	N°3	Fisura de contracción térmica	FCT	M	
				N°4	Fisuras parabólicas	FP	M	
				N°5	Fisura de borde	FB	M	
N°3	Depresiones o hundimientos transversales	DT	M	N°6	Huecos	H	M	
				N°7	Desplazamientos o abultamientos	DM	M	
N°4	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M	N°8	Perdida de agregados	PL	M	
				N°9	Descascaramiento	PA	M	
				N°10	Pulimiento de agregados	PU	M	
N°5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M	N°11	Exudación	EX	M	
				N°12	Afloramiento de mortero	AM	M	
				N°13	Afloramiento de agua	AFA	M	
N°6	Bacheos y parcheos	BZR	M	N°14	Desintegración de bordes del pavimento	DB	M	
				N°15	Segregación	S	M	
Tipo de daño		Gravedad	Área	Extensión	IF	ID	IS	Clasificación
BZR		3	330,87	50,90		5	5	Malo
PL		3	319,13	49,10				
DB		3	3,00	0,46				

*Nota.* Se realizó la evaluación en la unidad de muestreo M - 14, en la cual se obtuvo el índice de deterioro superficial del pavimento 6, con una condición del estado del pavimento malo.

A continuación, se presenta una tabla que detalla el estado actual de cada una de las muestras analizadas, utilizando el método Vizir como herramienta de evaluación. En total, se han recogido 14 muestras, cada una con una longitud de 100 m lineales, lo que suma un área total de 650 m<sup>2</sup> (Ver Tabla 24).

En cuanto a los resultados, se observa que las muestras 1 y 2 obtienen un puntaje Vizir de 6, lo que las clasifica como "Malas", indicando que su estado es insatisfactorio. La muestra 3, por otro lado, presenta un rango Vizir de 4, situándose en una categoría "Regular", lo que sugiere que su condición es aceptable, aunque no óptima. Las muestras 4, 5, 6 y 7 se distinguen por un puntaje Vizir de 1, lo que les confiere la calificación de "Buenas", evidenciando un estado favorable en comparación con las demás.

En el caso de la muestra 8, también se ha registrado un puntaje Vizir de 6, lo que la ubica en la categoría de "Mala". Por último, las muestras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 han obtenido un rango Vizir de 5, colocándolas nuevamente en la clasificación de "Malas". Este análisis proporciona un panorama del estado de estas muestras, resaltando la necesidad de atención y posible mejora en las que han sido catalogadas como deficientes.

**Tabla 24**

Resultados obtenidos de cada tramo con la metodología Vizir

Unidad de muestra	Prog. Inicial (km)	Prog. Final (km)	Area (m <sup>2</sup> )	(Vizir) calculado	Clasificación del pavimento
M - 1	KM 0+000,00	KM 0+100,00	650	6	Malo
M - 2	KM 0+100,00	KM 0+200,00	650	6	Malo
M - 3	KM 0+200,00	KM 0+300,00	650	4	Regular
M - 4	KM 0+300,00	KM 0+400,00	650	1	Bueno
M - 5	KM 0+400,00	KM 0+500,00	650	1	Bueno
M - 6	KM 0+500,00	KM 0+600,00	650	1	Bueno
M - 7	KM 0+600,00	KM 0+700,00	650	1	Bueno
M - 8	KM 0+700,00	KM 0+800,00	650	6	Malo
M - 9	KM 0+800,00	KM 0+900,00	650	5	Malo
M - 10	KM 0+900,00	KM 1+000,00	650	5	Malo
M - 11	KM 1+000,00	KM 1+100,00	650	5	Malo
M - 12	KM 1+100,00	KM 1+200,00	650	5	Malo
M - 13	KM 1+200,00	KM 1+300,00	650	5	Malo
M - 14	KM 1+300,00	KM 1+400,00	650	5	Malo

*Nota.* Elaboración propia de los autores.

En la Tabla 25 y Figura 44 se observa la evaluación del estado del pavimento y la proporción correspondiente a cada una de las 14 muestras a lo largo de los 1,4 km, habiendo 4 muestras con calificación de bueno (1-2) con un porcentaje de 29%, 1 muestra obtuvo la calificación Regular (3-4) con un porcentaje de 7%, 9 muestras obtuvieron el resultado malo (5-7) con un porcentaje de 64%.

**Tabla 25**

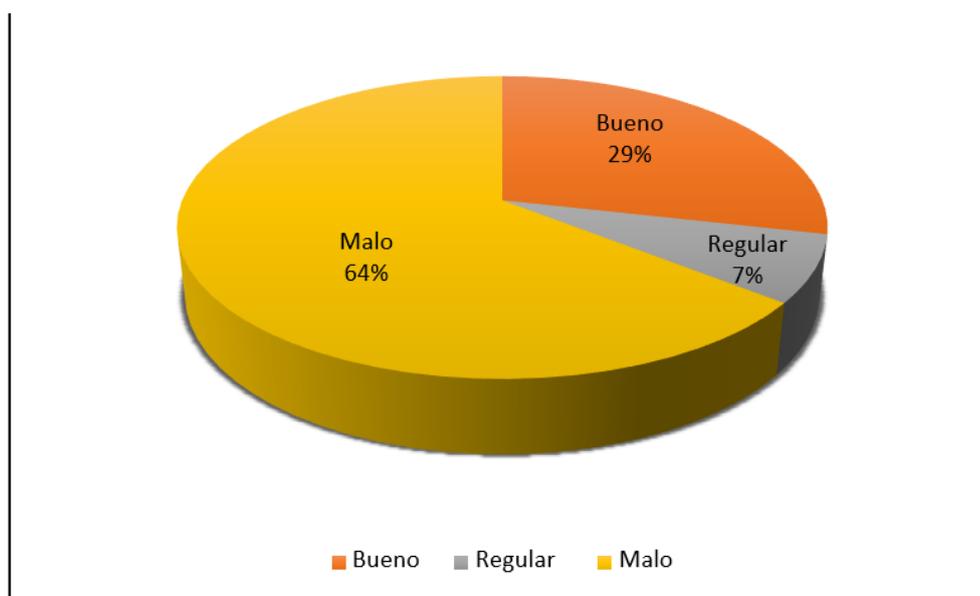
*Estado y Mantenimiento requerido metodología Vizir*

<b>Tipos de condición De pav.</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>%</b>
Bueno	7	100%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Total	7	100%

*Nota.* Elaboración propia de los autores.

**Figura 44**

*Porcentaje de condición con el método Vizir*



*Nota.* Los porcentajes obtenidos indican que tiene una condición buena con un 29%, de regular un 7% y malo con un 64%.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se inició empleando la técnica visual con el propósito de obtener una comprensión precisa y detallada de la situación actual del área en cuestión. Se realizaron mediciones necesarias y se evaluaron las diversas características presentes en la zona de estudio. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo minucioso de los métodos MTC, PCI y Vizir, los cuales fueron aplicados al pavimento flexible de la Avenida Telégrafos en Camaná, en el año 2023. Este análisis no solo permitió identificar las condiciones del pavimento, sino que también facilitó la comprensión de la efectividad de cada método en la evaluación de la infraestructura vial, estableciendo así un punto de referencia para futuras intervenciones y mejoras en la red de carreteras locales.

Como resultado del uso del método MTC, se obtuvo un puntaje de 901, lo que clasifica el estado del pavimento como "bueno". En la Tabla 14, se ofrecen desgloses detallados de la evaluación realizada sobre cada uno de los siete tramos analizados, los cuales tienen una longitud individual de 200 m, sumando en total un área de 1,300 m<sup>2</sup>. Los tramos evaluados, que se extienden desde KM 0+000,00 hasta KM 1+400,00, han mantenido de manera consistente una calificación de "bueno" en todos sus segmentos. Este resultado indica que la avenida se encuentra en condiciones favorables. No obstante, es fundamental llevar a cabo un mantenimiento rutinario para garantizar su preservación y prolongar su vida útil. Además, la implementación de un programa de mantenimiento preventivo puede facilitar la identificación temprana de posibles deterioros y, por ende, optimizar el rendimiento del pavimento a largo plazo.

Por otro lado, al aplicar el método PCI, se obtuvo un valor de 32,42 lo que indica que el estado del pavimento analizado es "malo". Los resultados de la evaluación de conservación del pavimento se pueden encontrar en la Tabla 17, donde se presentan los datos recopilados a partir de 12 muestras tomadas a lo largo de un recorrido de 1.4 km. Del total de muestras, dos fueron clasificadas en la categoría de "muy malo" (11 - 25), lo que representa el 17 % del total. Siete muestras fueron clasificadas como "malo" (26 - 40), abarcando el 58 % de todas las muestras analizadas. Además, se incluyó una muestra en la categoría "regular" (41 - 55), que representa un 8 %. Por último, dos muestras recibieron la calificación de "bueno" (56 - 70), lo que equivale también al 17 %. Esta distribución resalta la necesidad de llevar a cabo acciones de mantenimiento y mejora en el pavimento, dado que más de la mitad de las muestras se encuentran en condiciones consideradas insatisfactorias.

Además, al utilizar el método Vizir, se obtuvo un Índice de Severidad (IS) promedio de 4, lo que clasifica el estado general del pavimento como regular. La tabla 19 proporciona detalles sobre la condición de cada una de las 14 muestras evaluadas utilizando el método Vizir, cada muestra abarcando 100 m lineales, sumando así un área total de 650 m<sup>2</sup>. Entre estas muestras, las 1 y 2 presentan un valor Vizir de 6, lo que indica que están en un estado calificado como malo. La muestra 3 tiene un rango Vizir de 4, sugiriendo que su estado es regular. En contraste, las muestras 4 a 7 reflejan un rango Vizir de 1, que corresponde a una condición de bueno. La muestra 8 también exhibe un rango Vizir de 6, resultando en una clasificación de malo. Por último, las muestras 9 a 14 muestran un rango Vizir de 5, otro indicador de que se encuentran en un estado malo.

Estos resultados revelan la variabilidad en la condición del pavimento a lo largo de los tramos evaluados y subrayan la necesidad de realizar un seguimiento constante y un mantenimiento adecuado para abordar las áreas que presentan un deterioro significativo.

## CONCLUSIONES

Se realizó un meticuloso análisis comparativo de tres metodologías de evaluación del pavimento flexible en la Av. Telégrafos, Camaná, en el año 2023: los métodos MTC, PCI y Vizir. Cada uno de estos enfoques fue analizado y comparado en función de sus resultados y criterios de evaluación. Este análisis reveló que las metodologías PCI y Vizir proporcionan resultados similares, con la notable excepción del método MTC, que mostró diferencias significativas en la calificación del estado del pavimento. En particular, el método PCI se destacó como el más preciso y adecuado para la evaluación del pavimento asfáltico, debido a su enfoque más detallado y riguroso en la identificación de las condiciones del pavimento.

Según los resultados obtenidos mediante el procedimiento MTC, el estado del pavimento en la Av. Telégrafos se valoró en 900,7, lo que se traduce en una clasificación de "pavimento bueno". Esta evaluación sugiere que, en términos generales, la superficie es adecuada para el tránsito vehicular.

Por otro lado, al aplicar el método PCI, se determinó que el índice correspondiente fue de 32,42, lo cual indica un estado de "pavimento malo". Este resultado destaca condiciones críticas que podrían afectar la seguridad y confort de los usuarios de la avenida, sugiriendo la necesidad de medidas de mantenimiento o rehabilitación.

Finalmente, la metodología Vizir arrojó un Índice de Servicio (IS) promedio de 4, resultando en una calificación de "pavimento regular". Este estado intermedio señala que, aunque el pavimento no presenta defectos graves, sí existen aspectos que requieren atención para evitar un posible deterioro futuro.

En síntesis, el análisis comparativo de estas tres metodologías no solo ha permitido identificar las fortalezas y limitaciones de cada una, sino que también ha dejado en evidencia la importancia de seleccionar el enfoque más adecuado para garantizar la seguridad y funcionalidad del pavimento en la Av. Telégrafos. Las diferencias en los resultados obtenidos resaltan la necesidad de considerar múltiples metodologías de evaluación para una comprensión más completa del estado del pavimento y sus implicaciones en el tránsito y el mantenimiento vial.

## RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos obtenidos en el análisis de las patologías presentes en la capa asfáltica de la A. Telégrafos, se sugiere implementar un régimen de mantenimiento periódico. Este enfoque puede abarcar desde tareas de rehabilitación hasta una posible reconstrucción completa de la carretera, siempre bajo la responsabilidad de la entidad competente. Para llevar a cabo estas acciones, se pueden emplear los resultados y datos recogidos en la presente tesis, que ofrecen una base sólida para respaldar las decisiones de intervención en la infraestructura vial.

Adicionalmente, se propone que, para realizar una evaluación visual del pavimento asfáltico, la metodología del PCI se considera la opción más adecuada. Esta técnica permite identificar de manera eficaz las condiciones del asfalto, facilitando la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento necesario.

Además, para evaluar tramos más cortos de pavimento, se recomienda la implementación de la metodología Vizir, que es particularmente eficaz en análisis más localizados. Por el contrario, en tramos de mayor extensión, el método PCI es la opción más idónea, ya que proporciona una visión más completa del estado del pavimento a lo largo de distancias mayores.

Es fundamental establecer una tabla que clasifique los diferentes tipos de defectos observados en la superficie del pavimento. Esta herramienta permitirá organizar y priorizar los trabajos de mantenimiento a realizar. En caso de que se detecten fallas reiteradas, será necesario explorar alternativas de solución que no solo prevengan el deterioro significativo de la vía, sino que también contribuyan a la seguridad vial, minimizando así el riesgo de accidentes de tránsito.

Al adoptar estas recomendaciones, se busca garantizar una infraestructura vial en mejores condiciones, que soporte el tráfico de vehículos de manera eficiente y segura, favoreciendo así la movilidad de todos los usuarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya y Rojas. (2017). *Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá* [Tesis pregrado, Universidad Santo Tomás] USTA: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/4566>
- Angles, J. (2021). *Evaluación del Pavimento Asfáltico, Utilizando el Método PCI en las Vías Principales del Distrito de Pocollay de la Ciudad de Tacna* [Tesis pregrado, Universidad Privada de Tacna] UPT: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1936>
- Bernardo y Irayta. (2022). *Análisis comparativo de los métodos PCI, VIZIR y MTC en la evaluación superficial del pavimento flexible de la vía de acceso a la Urb. Los Portales, Nuevo Chimbote-2022* [Tesis pregrado, Universidad César Vallejo] UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112742>
- Ceron, V. (2006). *Evaluación y Comparación de Metodologías VIZIR Y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (PR 00+000 – PR 02+600)* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional de Colombia] UNAL: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2487>
- Coy, O. (2017). *Evaluación Superficial de un Pavimento Flexible en la calle 134 entre el tramo número 52a y 53c, comparando los métodos VIZIR Y PCI* [Tesis de especialidad en Ingeniería de Pavimentos, Universidad Militar Nueva Granada] Unimilitar: <https://repository.unimilitar.edu.co/items/e206b971-2b13-40a2-ae78-c684de6ca3be>
- Dávalos y Arpasi. (2022). *Aplicación de la metodología PCI para la evaluación de la superficie del pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann tramo av. Basadre y Forero - av. Buganvillas del distrito de Pocollay Tacna – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna] UPT: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2732>
- Guevara, R. (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] UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37808>
- Hiliquin, M. (2016). *Conservación del pavimento, utilizando el método PCI* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna] UPT:

<https://es.scribd.com/document/392021474/CONSERVACION-DEL-PAVIMENTO-UTILIZANDO-EL-METODO-PCI>

- Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008*  
 Instituto Nacional de Vías: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/proyectos-de-norma/11313-manual-de-diseno-geometrico-de-carreteras-2008>
- Invias. (2013). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras* Invias:  
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/986-guia-metodologica-para-el-diseno-de-obras-de-rehabilitacion-de-pavimentos-asfalticos-de-carreteras>
- Jimenez, J. (2021). *Aplicación de las metodologías PCI Y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible del Ovalo la Marina hasta KM 680 - Trujillo* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] UPN:  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27199>
- Mau y Vidal. (2022). *Estudio comparativo del método PCI, VIZIR y MTC en la evaluación superficial del pavimento flexible, urb. Buenos Aires 1era etapa, Nuevo Chimbote- 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo] UCV:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111541>
- Medina y De la Cruz. (2015). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] UPC:  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581505>
- MTC. (2013). *R.D. N 5 2013 MTC*, Ministerio de Transporte y Comunicaciones:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial RD N° 08 – 2014 – MTC/14* Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_9%20MCV-2014\\_2016.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf)
- Norma CE.010. (2010). *Norma CE.010: Pavimentos Urbanos* Vivienda:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/documentos/documentos\\_ds\\_010/1/PAVIMENTO\\_S\\_URBANOS.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/documentos/documentos_ds_010/1/PAVIMENTO_S_URBANOS.pdf)
- Ospino y Nuñez. (2020). *Modelos de serviciabilidad de Pavimento a partir del índice de condición de pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación* [Tesis de pregrado, Universidad de la Costa] CUC:  
<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/6265>

- Torres, R. (2007). *Análisis comparativo de costos entre el Pavimento Flexible el Pavimento Rígido* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala] USAC: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2802\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2802_C.pdf)
- Vargas y Limaco. (2019). *Análisis comparativo de métodos superficiales PCI y VIZIR aplicados sobre el pavimento en la Av. Collpa - Tramo Av. Costanera hasta Ovalo Cuzco de la ciudad de Tacna – 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna] UPT: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1168>
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia] UNC : [https://www.researchgate.net/publication/377183585\\_Indices\\_de\\_Condicion\\_d\\_e\\_Pavimentos\\_PCI\\_y\\_Superficies\\_No\\_Pavimentadas\\_URCI\\_en\\_calles\\_y\\_carreteras](https://www.researchgate.net/publication/377183585_Indices_de_Condicion_d_e_Pavimentos_PCI_y_Superficies_No_Pavimentadas_URCI_en_calles_y_carreteras)
- Vásquez, L. (2022). *Pavement Condition Index* Ingepav: <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-pci1.pdf>

**ANEXOS**

## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Comparación de los métodos MTC, PCI y Vizir aplicado en la av. Telégrafos, Camaná – Arequipa, 2023"					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente		Tipo y nivel de investigación Aplicativo y descriptivo
¿Cómo comparamos los métodos MTC, PCI Y Vizir aplicado en la Av. Telégrafos, Camaná – Arequipa, 2023?	Comparar los métodos MTC, PCI Y Vizir aplicando en la Av. Telégrafos, Camaná – Arequipa, 2023.	Evaluando con la metodología MTC, PCI Y Vizir, con el método MTC se tiene una condición buena, con el método PCI se obtiene una condición mala y con el método Vizir se tiene una condición regular en la av. Telégrafos.	Desarrollo de la comparación	MTC: Bueno > 800, Regular > 300 Y ≤ 800, Malo ≤ 300.  Falla (0-10) Muy malo (11-25) Malo (26-40) Regular (41-55) Bueno (56-70) Muy bueno (71-85) Excelente (86-100) Muy excelente  Vizir: Bueno (1 y 2), Regular (3 y 4) Deficiente (5, 6 y 7)	Diseño de la investigación: Descriptivo  Población: En la presente investigación, se considerará como población el número y las categorías de deficiencias observadas en la Av. Telégrafos – Ciudad de Arequipa.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable independiente		
¿Cómo se determina la evaluación mediante el método MTC en	Evaluar la superficie del pavimento por el método MTC en la Av. Telégrafos.	Mediante el método MTC se obtiene una condición buena.	Los Métodos MTC, PCI y Vizir	Clasificación (9 Fallas) Clasificación (19 Fallas) Clasificación	Técnicas y recolección de datos: Observación directa

la Av. Telégrafos?				(8 Fallas)	
¿Cómo se determina la evaluación mediante el método PCI en la Av. Telégrafos?	Evaluar la superficie del pavimento por el método PCI en la Av. Telégrafos.	Mediante el método PCI se obtiene una condición muy buena.			Instrumentos: Softwares Expedientes técnicos Normas y/o reglamentos Instrumentos de laboratorio
¿Cómo se determina la evaluación mediante el método Vizir en la Av. Telégrafos?	Evaluar la superficie del pavimento por el método Vizir en la Av. Telégrafos.	Mediante el método Vizir se obtiene una condición regular.			