

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI EN LA INSPECCIÓN SITUACIONAL DEL
PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. MUNICIPAL, TRAMO ÓVALO
CUZCO – CALLE CRISTOBAL COLÓN, GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA – TACNA - 2023”

TESIS

Presentada por:

Bach. JESÚS FIDEL TACCA HUANCA

Para optar por el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA-PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI EN LA INSPECCIÓN SITUACIONAL
DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. MUNICIPAL, TRAMO
ÓVALO CUZCO - CALLE CRISTOBAL COLÓN, GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA - TACNA - 2023”

Tesis sustentada y aprobada el día 09 de febrero del 2024 estando
integrado el Jurado Calificador por:


PRESIDENTE

: 
Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas

SECRETARIO

: 
Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

VOCAL

: 
Dr. Ing. Martin Paucara Rojas

ASESORA DE TESIS

: 
Ing. Lucy Miriam Flores Calderón

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Ing. Lucy Miriam Flores Calderón**, en mi condición de asesora acreditada por la Resolución de Facultad N° 766-2023-FIAG/UNJBG de la tesis denominada: **“APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI EN LA INSPECCIÓN SITUACIONAL DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. MUNICIPAL, TRAMO ÓVALO CUZCO - CALLE CRISTOBAL COLÓN, GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - TACNA - 2023”**, presentado por el Bachiller Jesús Fidel Tacca Huanca, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software Antiplagio **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud cuyo porcentaje es 17%, por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis, la cual está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional.



Firma de Asesor

DNI N°: 76722790

Nombre y apellidos de la asesora: **Ing. Lucy Miriam Flores Calderón**

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico ante todo a Dios, por bendecirme con salud y fortalecerme en cada paso para culminar con éxito esta labor. A mí querida madre Hilda Huanca Vilca, a mi querido padre Fidel Tacca Caballero y mi querida hermana Yarlín Tacca Huanca por su amor, paciencia y consejos brindados de manera incondicional, que con su sacrificio fueron el apoyo para alcanzar esta meta profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme con cada día de bienestar y felicidad.

A mi familia por su confianza en mí travesía profesional, también agradezco el sacrificio de mi familia en su apoyo constante a lo largo de mi vida.

A mis docentes de la Escuela de Ingeniería Civil, por haber compartido su tiempo y conocimientos en mis años de formación académica.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I Aspectos Generales.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	5
1.3 Formulación del Problema	7
1.3.1 Problema General.....	7
1.3.2 Problemas Específicos	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Limitaciones.....	8
1.6 Hipótesis.....	10
1.6.1 Hipótesis General.....	10
1.6.2 Hipótesis Específicos	10
1.7 Objetivos	10
1.7.1 Objetivo General.....	10

1.7.2	Objetivos Específicos.....	10
1.8	Variables.....	11
1.8.1	Identificación y Caracterización de las Variables.....	11
1.8.2	Medición Operacional de Variables.....	11
Capitulo II Marco Teórico		12
2.1	Pavimentos	12
2.1.1	Definición	12
2.1.2	Clasificación de Pavimentos.....	12
2.1.3	Conformación de Capas del Pavimento.....	13
2.1.4	Puntos Críticos en los Pavimentos.....	14
2.1.5	Fallas en Pavimentos.....	14
2.1.5.1	Tipos de Fallas en Pavimento Flexibles.....	14
2.1.6	Evaluación del Pavimento.....	16
2.1.6.1	Métodos de Evaluación Superficial en Pavimentos Flexibles.	16
2.2	Índice de Condición de Pavimento (PCI).....	17
2.2.1	Definición	17
2.2.2	Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento	18
2.2.3	Fallas en el Pavimento Flexible – Método PCI	24
2.3	Definición de Conceptos	31
Capitulo III Marco Metodológico.....		34
3.1	Tipo de Investigación	34
3.2	Nivel de Investigación.....	34
3.3	Área y Muestra de Estudio.....	35

3.4	Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos	35
3.5	Procesamiento y Análisis de Datos	35
Capítulo IV Resultados		38
4.1	Unidades de Muestra.....	38
4.2	Determinación del Índice de Condición del Pavimento.....	41
4.3	Análisis de los resultados	49
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones		56
5.1	Conclusiones	56
5.2	Recomendaciones.....	57
Referencias Bibliográficas		60
Anexos		63
Anexo 01: Plano de ubicación de la zona de estudio		
Anexo 02: Ubicación de las muestras en la zona de estudio		
Anexo 03: Curvas de Valor Deducido y el Valor Deducido Corregido		
Anexo 04: Hojas de Registro de las Unidades de Muestreo		
Anexo 05: Panel Fotográfico		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Eje de la Avenida Municipal, Tramo Ovalo Cuzco-Calle Cristóbal Colon	38
Figura 2 Dimensión de la Unidad de Muestra	39
Figura 3 Grafico de línea de Tendencia de valores del PCI, Tramo A (norte-sur).....	46
Figura 4 Grafico de línea de Tendencia de valores del PCI, Tramo B (sur-norte).....	46
Figura 5 Resumen Clasificación PCI, Tramo A (norte-sur)	47
Figura 6 Resumen Clasificación PCI, Tramo B (sur-norte)	47
Figura 7 Nivel de Impacto de las Fallas en la Avenida Municipal, Tramo A (norte-sur)	54
Figura 8 Nivel de Impacto de las Fallas en la Avenida Municipal, Tramo B (sur-norte)	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rangos de Calificación del PCI	17
Tabla 2	Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas.....	18
Tabla 3	Listado de Muestras a Inspeccionar con el Método PCI.....	40
Tabla 4	Hoja de Registro de la Unidad de Muestra U-14,Fallas y Severidad	42
Tabla 5	Hoja de Registro de la Unidad de Muestra U-14, Densidad.....	43
Tabla 6	Hoja de Registro de la Unidad de Muestra U-14, "m" y VDC	44
Tabla 7	Resumen de los Valores de PCI y Condición del Pavimento en Tramo A.....	45
Tabla 8	Resumen de los valores de PCI y Condición del Pavimento en Tramo B	45
Tabla 9	Calculo del PCI en el Tramo A (norte-sur).....	48
Tabla 10	Calculo del PCI en el Tramo B (sur-norte).....	49
Tabla 11	Resumen de PCI y Condición del Pavimento por Sentido	49
Tabla 12	Resumen de Nivel de Impacto en el Pavimento según cada Falla para el Tramo A	50
Tabla 13	Resumen de Nivel de Impacto en el Pavimento según cada Falla para el Tramo B.....	52
Tabla 14	Alternativas de Solución para cada Tipo de Falla estudiada	58

RESUMEN

El propósito de esta tesis es realizar una evaluación superficial del pavimento asfáltico en la Avenida Municipal, tramo Ovalo Cuzco - Calle Cristóbal Colon, en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia y Departamento de Tacna. Se aplicará el método PCI para obtener una evaluación precisa y detallada del estado de la vía, identificando las fallas existentes y cuantificando su condición.

El Método PCI se destaca como un procedimiento ampliamente reconocido y estandarizado a nivel internacional, descrito en la publicación ASTM D6433-07. Comienza con una inspección visual de las fallas, evaluando su tipo y gravedad, y luego procede a cuantificar estos datos para obtener un valor numérico entre cero (0) y cien (100). Esta escala del PCI permite calificar la condición del pavimento como fallada, muy mala, mala, regular, buena, muy buena o excelente.

En este estudio, se tomaron 12 unidades de muestra tanto para el tramo norte-sur (tramo A) como para el de sur-norte (tramo B) de la Avenida Municipal, cada tramo con una longitud de estudio de 2 km. Tras evaluar las muestras y procesar los datos, se concluye que la condición de conservación de la Avenida Municipal es “Regular”, con un PCI ponderado igual 43.41%.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to conduct a surface evaluation of the asphalt pavement on Municipal Avenue, from Ovalo Cuzco to Cristóbal Colon Street, in the Gregorio Albarracín Lanchipa District, Tacna Province, and Department. The PCI method will be applied to obtain a precise and detailed assessment of the road's condition, identifying existing faults and quantifying their state.

The PCI method stands out as a widely recognized and internationally standardized procedure, as described in the ASTM D6433-07 publication. It begins with a visual inspection of faults, assessing their type and severity, and then proceeds to quantify this information to obtain a numerical value between zero (0) and one hundred (100). This PCI scale allows rating the pavement condition as failed, very poor, poor, fair, good, very good, or excellent.

In this study, 12 sample units were taken for both the descent section (Section A) and the ascent section (Section B) of Municipal Avenue, with each section having a study length of 2 km. After evaluating the samples and processing the data, it is concluded that the conservation condition of Municipal Avenue is "Fair," with a weighted PCI of 43.41 %.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enfoca en el análisis operacional de las vías, por conocimiento se entiende que estas desempeñan un papel crucial en el desarrollo social y económico, proporcionando una infraestructura vital para el flujo eficiente de tráfico. La durabilidad y calidad de las vías pavimentadas se ven afectadas por una serie de factores, como el volumen de tránsito, condiciones climáticas y fenómenos sísmicos, generando distintos tipos de deterioro en el pavimento. Estos problemas reflejan la necesidad de un mantenimiento adecuado acorde al nivel de daño presente. Por tanto, se vuelve esencial emplear métodos de investigación precisos para evaluar el estado del pavimento.

En este estudio, se ha optado por utilizar el método PCI, una herramienta que permite una evaluación exhaustiva mediante observación visual. Este método nos brinda información detallada sobre la cantidad, severidad y tipos de fallas presentes en la vía. Al aplicar la metodología PCI, se busca obtener una representación precisa del estado actual del pavimento, lo que facilitará la identificación de estrategias de mantenimiento o rehabilitación más adecuadas. Los resultados obtenidos en esta investigación podrán servir como base para futuros estudios en este campo

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 ANTECEDENTES

Gaita (2022) en su tesis titulada "Análisis del Estado del Pavimento Flexible en un Tramo de la vía Santa Sofía – Moniquirá, Departamento de Boyacá, utilizando el Método PCI y apiques de vía", realizó un estudio en Colombia. A través de la implementación del método PCI para la auscultación visual, pudo evaluar el estado del pavimento en el tramo vial Santa Sofía - Moniquirá, abarcando desde el K10+300 hasta el K12+000 en el departamento de Boyacá. Los resultados obtenidos indicaron que el carril número uno presenta un estado desfavorable, con un PCI de 43.3%, clasificado como "malo". Esto significa que la superficie del pavimento no se encuentra en condiciones cómodas o seguras para los usuarios. Por otro lado, el carril número dos muestra mejores condiciones superficiales, con un valor de PCI cercano a 59.65%, calificado como "bueno". Sin embargo, se evidenció que alrededor del 45% del carril se encuentra en mal estado, generando incomodidad y sensación de inseguridad para los usuarios de la vía. La tesis también propone una solución, que consiste en fortalecer la capacidad portante (CBR) de la subrasante del sector y de los materiales que componen la estructura.

Moreno y Almeida (2022) en su tesis titulada "Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en la Avenida 3 de Julio del Cantón El Carmen", llevada a cabo en la provincia de Manabí, Ecuador, el autor se propuso evaluar el estado actual del pavimento flexible mediante la aplicación de la metodología PCI. El estudio se centró en la Avenida 3 de Julio, que consta de cuatro carriles, separados por un parterre, con una longitud total de 3840 metros y un ancho promedio de 7 metros destinado para la investigación. Los resultados revelaron que la Avenida 3 de Julio obtuvo un PCI de 79.15%, indicando que el

pavimento se encuentra en un estado clasificado como "muy bueno". Este resultado sugiere que la superficie del pavimento está en excelentes condiciones, lo que puede tener implicaciones positivas para la seguridad y comodidad de los usuarios de la vía en el Cantón El Carmen.

Quispe (2023) en su tesis titulada "Estado de Conservación del Pavimento de la Avenida Palian mediante el Método PCI, Provincia de Huancayo – Junín 2023" llevada a cabo en la Provincia de Junín, Perú, el autor tiene como objetivo principal determinar el estado de conservación de la Avenida Palian, específicamente en el tramo comprendido entre Jr. Santa Sofía y calle Alfonso Ugarte, utilizando el método PCI. Además, se busca analizar las opciones de reparación de las fallas identificadas en la infraestructura vial. Los resultados de la evaluación mediante el método PCI revelaron un PCI promedio de 42.66%, lo que clasifica el estado de conservación como "Regular". Como propuesta de solución, se plantea la implementación de parcheo y reconstrucciones parciales para abordar las fallas identificadas en la infraestructura vial de la Avenida Palian. Estas recomendaciones podrían servir como base para futuras acciones de mantenimiento y rehabilitación en el área específica de estudio.

Saavedra y Sempertegui (2023) en su tesis titulada "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método del Índice de Condición del Pavimento en la prolongación Bolognesi", realizada en la Provincia de Chiclayo, Perú, tienen como objetivo principal evaluar la superficie del pavimento flexible utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Prolongación Bolognesi. Como resultado de la evaluación, se determinó que el Índice de Condición del Pavimento para la sección 1 fue de 81.81%, para la sección 2 de 75.82%, para la sección 3 de 82.52% y para la sección 4 de 74.55%. Estos valores colocan las cuatro secciones en el rango de 70 a 85 en la escala del PCI, lo que se clasifica como "Satisfactorio". Este resultado proporciona una visión positiva del estado de la superficie del pavimento en la Prolongación Bolognesi,

indicando condiciones satisfactorias que cumplen con los estándares establecidos para la transitabilidad y seguridad vial en estas secciones.

A nivel local, Dávalos y Arpasi (2023) con su tesis titulada "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", llevaron a cabo su investigación en la Provincia de Tacna, Perú. El objetivo principal de este trabajo académico fue evaluar el estado del pavimento flexible utilizando la metodología del PCI. El resultado del PCI de la Av. Jorge Basadre Grohmann indicó que se encuentra en un estado "Regular", con un índice de 43.28%. Este resultado sugiere que la vía necesita mejoras para garantizar una transitabilidad óptima para los usuarios. Además, la tesis recomienda la elaboración de planes de mantenimiento de vías, siguiendo la normativa CE.010 para pavimentos urbanos. También se sugiere coordinar con la Empresa Prestadora de Servicios (EPS) para llevar a cabo el mantenimiento de las conexiones de agua y desagüe antes de emprender cualquier rehabilitación de la vía en estudio. Esta coordinación preventiva busca prevenir fallas, especialmente relacionadas con el parcheo, que podrían afectar directamente la serviciabilidad y la vida útil de la vía.

Figuerola y Neyra (2023) con su tesis titulada "Evaluación Vial mediante el Método PCI y Planteamiento de Alternativas de Intervención para mejorar la Condición Operacional del Pavimento Flexible en la Av. Jorge Basadre Grohmann Tramo Av. Gustavo Pinto - Av. Jorge Basadre Grohmann Este, Tacna – 2023", llevaron a cabo su investigación en la Provincia de Tacna, Perú. El objetivo principal de este estudio fue realizar una evaluación vial mediante el método PCI y proponer una intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el tramo Av. Jorge Basadre Grohmann entre Av. Gustavo Pinto y Av. Jorge Basadre Grohmann Este.

Según los datos recopilados y analizados a través de la metodología PCI, se determinó que la condición del pavimento en las secciones de descenso se clasifica en el rango "Malo". Esto destaca la urgencia de intervenciones para mejorar el estado del pavimento en estas áreas. Por otro lado, en las secciones de ascenso, el pavimento se encuentra en el rango clasificado como "Bueno", indicando que estas áreas mantienen un nivel de calidad aceptable. En conclusión, se proponen alternativas de intervención más adecuadas, como bacheo parcial y sellado de fisuras para trabajos de mantenimiento rutinario y rutinario periódico. Para áreas más afectadas, se sugiere realizar trabajos de bacheo profundo, sellado de superficie y refuerzo estructural con mezcla asfáltica caliente en lugares que requieran rehabilitación y/o mantenimiento. Estas propuestas buscan mejorar la condición operacional del pavimento flexible en la mencionada avenida.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los desafíos que enfrentan varios países es garantizar la calidad de vida de la población mediante el mantenimiento adecuado de la infraestructura y muchas veces no se otorga la debida atención a las vías de transporte, lo que resulta en un riesgo para la seguridad de los peatones y conductores. A pesar de que los pavimentos pueden estar en óptimas condiciones en los primeros años de su vida útil, sin un mantenimiento adecuado el deterioro es inevitable. Este deterioro tiene un impacto directo en la calidad del viaje para la población y generando a largo plazo importantes problemas sociales y económicos.

La falta de mantenimiento adecuado de las carreteras contribuye al aumento de los costos operativos de los vehículos, ya sea por un mayor consumo de combustible, desgaste prematuro de los neumáticos o frecuentes reparaciones, lo que afecta la economía en general. Por otro lado, las carreteras en mal estado aumentan el riesgo de accidentes de tráfico, representando un peligro para

la vida de los conductores, pasajeros y peatones, lo que destaca la necesidad de estrategias de mantenimiento efectivas para mejorar la seguridad vial.

. Esta falta de mantenimiento se observa en la ciudad de Tacna, específicamente en la Av. Municipal, una vía altamente transitada que no recibe suficiente atención, lo que representa riesgos para la integridad de los ciudadanos y sus vehículos.

En este contexto, surge la necesidad imperante de inspeccionar el deterioro de los pavimentos en la Av. Municipal, aplicando el Método PCI (Índice de Condición del Pavimento). Este método está diseñado para diagnosticar de manera precisa el estado del pavimento y, basándose en estos resultados, definir una solución adecuada. La aplicación del PCI permitirá prolongar la vida útil del asfalto y mejorar la seguridad vial en una zona crítica de tráfico en la ciudad de Tacna.

Huanca (2021) previamente evaluó la Avenida Municipal en el tramo Óvalo Cuzco – Av. Bohemia Tacneña, ubicado en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa. Utilizando la metodología del PCI, determinó la condición del pavimento como "muy malo". Además, al considerar su servicialidad en función del IRI calculado y aplicando la fórmula de Williams Paterson, se obtuvo una calificación de "regular", muy cercana a la categoría de "malo", ya que alcanzó 2,240 PSI. Esto establece un precedente claro sobre el estado de la Avenida Municipal en ese período.

Por lo tanto, con este antecedente, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la Avenida Municipal en el año 2023 utilizando la metodología PCI. Esto proporcionará datos actualizados sobre el tipo de fallas y la condición general de la vía, permitiendo una comparación con la evaluación anterior y evidenciando posibles cambios o tendencias en el estado del pavimento.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema General

¿Cuál es la condición actual del pavimento en la Avenida Municipal, específicamente en el tramo entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon, ubicado en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

1.3.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles son los distintos tipos de fallas que se encuentran en el pavimento de la Avenida Municipal, comprendido entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon?
- b) ¿Cuál es la severidad asociada a los diferentes tipos de fallas presentes en el pavimento de la Avenida Municipal, en el tramo entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon?
- c) ¿Cuál es el Índice de Condición del Pavimento (PCI) que refleja el estado actual del pavimento de la Avenida Municipal, abarcando el tramo desde el Ovalo Cuzco hasta la Calle Cristóbal Colon?

1.4 JUSTIFICACIÓN

La necesidad de inspeccionar la vía urbana radica en su importancia para garantizar la seguridad y eficiencia del transporte, así como para extender su vida útil.

La Avenida Municipal representa una infraestructura vial crucial para la comunidad, y es imperativo mantenerla en óptimas condiciones. Con el tiempo, ha experimentado un crecimiento sustancial en el flujo vehicular y uso intensivo debido al desarrollo urbano y económico en la zona. Este incremento ha acelerado el desgaste del pavimento, lo que hace imprescindible evaluar su estado actual.

En Hashim, Badawy, & Heneash (2023) plasma en su artículo que existe una relación interdependiente entre las condiciones del pavimento y el rendimiento operativo del tráfico en

carreteras. Es decir, a medida que disminuye el valor de PCI (indicando un mayor deterioro del pavimento), se observa que cuanto mayor es el PCI, mayor es la capacidad de movimiento en la vía.

También en Setyawan, Nainggolan, & Budiarto (2015) nos proporciona un aspecto crucial relacionado con la correlación entre el valor del PCI y la vida útil restante del pavimento. Según el análisis llevado a cabo con los datos del PCI y la vida útil en relación con la deflexión de la medición FWD, se observa un patrón significativo entre ambos. Por ende, este estudio podría contribuir a establecer un valor límite crítico de PCI para identificar el momento oportuno para el mantenimiento y prever la vida útil restante basándose en los valores de PCI.

La utilización del Método PCI para la inspección posibilitará el reconocimiento de sectores críticos de degradación en la Avenida Municipal, lo que simplificará la organización y realización de intervenciones de mantenimiento. Esto contribuirá a mejorar la seguridad vial al abordar y corregir los problemas existentes.

Al emplear el Método PCI para la evaluación, es posible dar preferencia a las acciones de mantenimiento en función del nivel de deterioro del pavimento. Esta clasificación fundada en información cuantitativa posibilita maximizar la eficiencia en la asignación de recursos financieros para el mantenimiento, garantizando su aplicación en las zonas con mayores necesidades.

1.5 LIMITACIONES

- Esta evaluación se llevó a cabo específicamente en la sección de la Avenida Municipal desde el óvalo Cuzco hasta la calle Cristóbal Colón. Es importante destacar que los resultados obtenidos no pueden generalizarse para toda la extensión de la avenida ni para vías cercanas. En cambio, estos resultados pueden servir como punto de referencia útil para futuras evaluaciones independientes en casos similares.

- Este estudio se limita a un período específico en el que se llevaron a cabo las labores de campo. Por lo tanto, cualquier análisis posterior enfocado en esta sección particular de la avenida mostrará resultados diferentes. Estas variaciones podrían estar influenciadas por cambios estacionales en el clima, patrones de tráfico y otros factores que fluctúan con el tiempo. En consecuencia, estas variaciones podrían afectar la representatividad de los hallazgos obtenidos en este estudio.
- A pesar de su reconocimiento por su versatilidad, el método PCI enfrenta limitaciones significativas, como la subjetividad en la identificación y clasificación de las fallas. Esta particularidad puede impactar la precisión de las evaluaciones y, por ende, las recomendaciones resultantes para el mantenimiento o rehabilitación del pavimento. Además, la variabilidad en la interpretación de las fallas entre diferentes evaluadores también puede incidir en la fiabilidad de los resultados obtenidos mediante este método.
- Las aplicaciones de mantenimiento y reparación derivadas de esta investigación se restringen al área específica inspeccionada. Esta limitación en el alcance del estudio impide que las conclusiones y recomendaciones generadas sean extrapoladas a otras secciones de la avenida que no fueron consideradas en esta investigación. Por lo tanto, las estrategias y soluciones propuestas están diseñadas exclusivamente para la sección de la avenida evaluada en este estudio, sin tener en cuenta otras condiciones que pudieran existir en diferentes áreas de la misma vía

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis General

La aplicación de la metodología PCI proporcionará una evaluación precisa y completa del estado actual del pavimento de la Avenida Municipal, comprendido entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon

1.6.2 Hipótesis Específicos

- a) La aplicación de la metodología PCI permitirá la identificación y registro detallado de las diferentes fallas presentes en el pavimento de la Avenida Municipal, situado entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon.
- b) Al aplicar la metodología PCI, será posible clasificar con precisión la severidad de los distintos tipos de fallas presentes en el pavimento de la Avenida Municipal, entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon
- c) La metodología PCI proporcionara resultados numéricos, que nos permitirá una evaluación cuantitativa y cualitativa del estado actual de los tramos analizados de la Avenida Municipal, comprendidos entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

Inspección del estado actual de la Av. Municipal comprendido entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon, utilizando la metodología PCI.

1.7.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar la identificación y clasificación exhaustiva de las diversas fallas presentes en el pavimento de la Avenida Municipal, ubicado entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon, mediante la aplicación de la metodología PCI.

- b) Determinar cualitativamente la severidad de cada uno de los tipos de fallas presentes en el pavimento de la Avenida Municipal, comprendido entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon, utilizando la metodología PCI.
- c) Calcular cuantitativamente el Índice de Condición del Pavimento (PCI) para representar la condición actual del pavimento de la Avenida Municipal, comprendido entre el Ovalo Cuzco y la Calle Cristóbal Colon.

1.8 VARIABLES

1.8.1 Identificación y Caracterización de las Variables

a) Variable Independiente

Índice PCI: Se refiere a los parámetros, procedimientos y cálculos específicos utilizados para obtener el índice PCI, que a su vez determina el estado del pavimento.

b) Variable Dependiente

Situación actual del Pavimento: Representa el nivel de servicio proporcionado por la vía para la transitabilidad en la zona. Este se evalúa mediante varios métodos, y en esta investigación, se utilizará la metodología PCI para medir y analizar la situación actual del pavimento.

1.8.2 Medición Operacional de Variables

- Índice PCI: Se identificarán y analizarán los parámetros y tipos de fallas necesarios para evaluar un pavimento flexible mediante la aplicación de la metodología PCI.
- Situación actual del pavimento: Se obtendrá como resultado del índice PCI, a través de la recopilación de datos de campo y su correspondiente análisis.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 PAVIMENTOS

2.1.1 Definición

El Pavimento es una estructura compuesta por varias capas las cuales son colocadas sobre la subrasante de la vía que en algunos casos es el terreno natural, y la función de la subrasante es sostener dicha estructura durante su periodo de vida útil y dentro de un rango de servicialidad aceptable (Ponce, 2017).

La estructura de un pavimento normalmente está compuesta por una capa de rodadura asfáltica o de concreto armado, la cual está apoyada sobre capas de materiales granulares que tienen como propósito redistribuir las cargas generadas por el tránsito vehicular para que no afecten el comportamiento de la subrasante (Castaño, Herrera, Gómez, y Reyes, 2009).

El diseño constructivo de un pavimento está controlado principalmente por la carga de tráfico a la que estará expuesto el pavimento. El número de vehículos, la proporción de tráfico pesado, la carga máxima y la velocidad son parámetros importantes. Además, está el clima, donde el frío prolongado, el calor prolongado y las precipitaciones son de gran importancia (Gutiérrez, 2016).

2.1.2 Clasificación de Pavimentos

Respecto a los tipos de pavimentos y atendiendo los criterios tradicionales, básicamente pueden clasificarse en rígidos y flexibles, mixtos o compuestos. A continuación se detallara en qué consiste cada uno de ellos:

a) Pavimentos Flexibles

El pavimento flexible es definido como una estructura dispuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta formada con materiales bituminosos como

aglomerantes, agregados y de ser necesario aditivos. Esencialmente se razona como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: tratamiento superficial bicapa, mortero asfáltico, macadam asfáltico, micropavimentos, mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas en frío (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

b) Pavimentos Rígidos

El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta por una capa de subbase granular, sin embargo esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con asfalto, cal o cemento y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y posiblemente aditivos (MTC, 2013).

c) Pavimentos Mixtos o Compuestos

Estos pavimentos se conforman de una capa de rodadura que está hecha con bloques de concreto prefabricados, denominados adoquines, con espesor uniforme e iguales entre sí. Descansando sobre una capa delgada de arena la cual se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad, magnitud y frecuencia de las cargas que transitarán en este pavimento (Montejo, 2002).

2.1.3 Conformación de Capas del Pavimento

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), el pavimento es una estructura que contiene variadas capas montadas sobre la subrasante del camino con el fin de resistir y distribuir esfuerzos causados por los vehículos y mejorar las circunstancias de seguridad y bienestar para el tránsito. Por lo general tiene las siguientes capas: base, sub base y capa de rodadura.

- Base: Es la capa ubicada debajo a la capa de rodadura, con la función principal de sostener, distribuir y transmitir las cargas derivadas del tránsito. La capa conformada de material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o será tratada con cal, asfalto o cemento (MTC, 2013).

- Subbase: Es la capa de material señalado y con un espesor de diseño, soporta a la base y a la carpeta. Se desempeña como una capa de drenaje y controla la capilaridad del agua. Esta capa puede ser de material granular (CBR \geq 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento (MTC, 2013).
- Capa de Rodadura: Es la capa ubicada arriba en la composición de un pavimento, que podría ser del tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento portland (rígido) o de adoquines, cuyo destino es resistir de manera directa el tránsito (MTC, 2013).

2.1.4 Puntos Críticos en los Pavimentos

Son puntos críticos aquellos sectores que, por razones de fallas constructivas, geológicas, geotécnicas, problemas hidrológicos o que por la geografía de la zona alteran la transitabilidad de las carreteras. También son puntos críticos aquellas zonas con alto deterioro, de riesgo inminente o probable, que representan una amenaza a la existencia de la propia infraestructura e implícitamente a la seguridad de las personas (MTC, 2013)

2.1.5 Fallas en Pavimentos

2.1.5.1 Tipos de Fallas en Pavimento Flexibles.

Las fallas en pavimentos flexibles pueden ser de dos tipos:

a) Fallas de superficie:

Comprende los deterioros de la superficie de rodamiento correspondidos a fallas de la capa asfáltica y no tienen correlación con la estructura de la calzada. La reparación de estas fallas se desarrolla con sólo regularizar la superficie y conceder la necesaria impermeabilidad y rugosidad. Lo cual se logra con capas asfálticas delgadas que poco aportan desde la perspectiva estructural en carácter directo.

b) Fallas estructurales:

Se entiende por los desperfectos de la superficie de rodamiento cuando la falla es debido a la estructura del pavimento, que bien puede ser de una o más de las capas constitutivas que deben resistir las complejas sollicitaciones que asigna el tránsito y los factores climáticos regionales. En la corrección de este tipo de fallas es preciso un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las pretensiones del tránsito presente y de uno estimado a futuro. Por lo tanto es necesario de un diseño de estructura nueva formada por las subrasante- pavimento antiguo - refuerzo.

Asumiendo que un pavimento tiene cierta capacidad para absorber la energía elástica potencial el trabajo de deformación impuesto por cada carga circulante durante su vida útil; retirada la carga, esta energía nos determina la recuperación elástica o cuasi elástica de las deformaciones originadas, la cual será mejor en cuanto menor sea la relajación de la energía elástica que se ha producido durante el tiempo que se ha ejercido la carga. La falla de la estructura se origina de dos causas principalmente.

- Si la capacidad indicada es excedida más allá del valor que establecen las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, se producen deformaciones permanentes en cada repercusión de las cargas, las cuales se depositan cambiando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan insoportables para la seguridad, comodidad y rapidez del tránsito que pueden ocasionar el colapso de la estructura.
- Si la capacidad indicada no es excedida pero las deformaciones recuperables son altas, los materiales y particularmente las capas asfálticas toleran el fenómeno denominado fatiga cuando la cantidad de aplicaciones de las cargas pesadas es elevado, que produce una reducción de las características mecánicas. En dicha situación la deformación horizontal

por tracción en la parte inferior de las capas asfálticas al flexionar dicha estructura, puede pasar el límite crítico y se producirá el posterior fisuramiento.

2.1.6 Evaluación del Pavimento

2.1.6.1 Métodos de Evaluación Superficial en Pavimentos Flexibles.

Existen varios métodos de evaluación de pavimentos, que son ajustables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

a) VIZIR

Es un índice que constituye la degradación superficial de un pavimento, constituyendo un estado global que permitirá tomar ciertas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice fue desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o en sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de fácil comprensión y aplicación el cual implanta una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido acogido en países en vía de desarrollo y en zonas tropicales (Hilíquín, 2016).

b) FHWA / OH99 / 004

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy cuantiosos o significativos en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en sitios tropicales (Hilíquín, 2016).

c) ASTM D 6433-07

El procedimiento estándar para la reconocimiento del índice de condición del pavimento en los caminos y estacionamientos, también conocido como Paviment Condition Index, o por sus siglas PCI. Dicho índice se ofrece para simbolizar las degradaciones superficiales que se muestran en los pavimentos flexibles y de hormigón.

Este método compone el modo más completo para la valoración y discernimiento objetivo de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) (Hiliquín, 2016).

2.2 ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

2.2.1 Definición

El Índice de Condición de Pavimento, cuyo nombre en inglés es, Pavement Condition Index (PCI), está dada bajo la norma ASTM D6433 - 07.

Rondón y Reyes (2022), nos dicen que el índice de condición actual de pavimentos, PCI, fue publicado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estado Unidos en 1978. Este índice es fácil de emplear y no requiere de equipos sofisticados o especiales para ejecutar las evaluaciones viales. El procedimiento es enteramente visual, brinda buena repetitividad y confianza estadística de los resultados y provee información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su rigor y el área afectada. El PCI tipifica el estado del pavimento con base en una escala que varía desde 0 (muy mal estado) hasta 100 (perfecto estado) como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Rangos de Calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Esceleste
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regylar
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vasquez (2002)

2.2.2 Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento

A continuación, se presentan los pasos a seguir en el cálculo manual del PCI:

- Definición de la dimensión de la unidad de muestreo

En el caso de pavimento flexible, el método indica que el ancho debe ser menor que 7,30 m y el área de la unidad de muestreo debe estar en el intervalo de $230,0 \pm 93,0 \text{ m}^2$. A continuación, la Tabla 2 presenta las longitudes máximas que pueden aplicarse según el ancho de la calzada

Tabla 2

Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

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

Fuente: Vasquez (2002)

- Cantidad total de unidades de muestreo

Teniendo la longitud de muestra y ancho de calzada, calculamos el área de muestra, y con el área de la zona de estudio podremos obtener la cantidad total de unidades de muestra estimándose esta mediante la ecuación 1.

Ecuación 1

$$N = \frac{\text{Area Total}}{\text{Area de Muestra}}$$

Donde:

N = Cantidad total de unidades de muestreo

Área Total = área de la zona de estudio

Área de Muestra = Área estimada según la longitud de muestre y ancho de calzada.

- Cálculo del número mínimo de unidades de muestreo

La dimensión del área de pavimento a inspeccionar puede ser de tal magnitud que implique un número muy grande de unidades, cuya inspección exigirá tiempo y recursos considerables.

Por eso se precisa obtener el número mínimo de muestras aplicando la ecuación 2, la cual produce un estimado del PCI \pm 5 medio verdadero con una confiabilidad del 95 %.

Ecuación 2

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

e: Error admisible en la estimación del PCI de la sección (e = 5 %).

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. (Se toma una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico)

El método indica que cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que 5, todas las unidades deben ser inspeccionadas

- Selección de las unidades de muestreo a considerar en la inspección visual

Vasquez (2002) exhorta que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo extenso de la sección de pavimento y que la inicial de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) del siguiente modo:

- El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 3:

Ecuación 3

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestra

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

- En el inicio al azar se escoge entre la unidad de muestra 1 y el intervalo de muestra i.

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Continuando, si la unidad inicial de muestreo seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc. Sin embargo, si se solicitan cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo habrán de ser investigadas (Vasquez, 2002).

- Selección de las unidades de muestreo adicionales

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades del muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que solo se presentan una vez queden incluidas inapropiadamente en un muestreo aleatorio.

Para evitar esto, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una "unidad adicional" en lugar de una "unidad representativa" o aleatoria.

- Evaluación de la condición del pavimento por inspección visual

Para cada unidad de muestreo se mide tipo, cantidad y severidad de los daños encontrados de acuerdo con el manual de daños del PCI, registrando la información en el formato que presenta el método.

- Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Culminada la inspección de campo y con la información recolectada sobre las fallas existentes, se procede a calcular el PCI, el cual se basa en el término de “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas. El proceso de cálculo se divide en tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

- Etapa 1. Cálculo de los valores deducidos (DV)
 - Sumar la cantidad total de cada tipo de daño para cada nivel de severidad. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
 - Dividir la cantidad total de cada tipo de daño según el nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual para cada tipo y severidad de daño.
 - Determine el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” para asfalto, las cuales se muestran en los anexos de la tesis.
- Etapa 2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

Existen dos casos

- Caso 1. Si en la unidad de muestreo no existe ningún valor deducido mayor que 2 o solamente uno, se usa para el cálculo del PCI el valor deducido aplicando la *ecuación 4* en lugar del mayor valor deducido corregido (VDC), como se describe en el Caso 2.

Ecuación 4

$$PCI = 100 - VDT$$

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento

VDT: Valor deducido total.

- Caso 2. De existir más de un valor deducido mayor que 2, el número máximo de valores deducidos se determina aplicando la siguiente ecuación 5:

Ecuación 5

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

Donde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos para la unidad de muestreo.

HDV_i : Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

El número de valores individuales deducidos se reduce al valor m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que “ m ” se utilizan todos los que se tengan.

- o Etapa 3. Cálculo del valor deducido corregido (VDC)

Para obtener el valor deducido corregido (VDC) se recomienda seguir los siguientes pasos:

- i. Liste los valores deducidos individuales de mayor a menor.(obedeciendo la cantidad de “ m ” obtenida anteriormente)
- ii. Determine el "valor deducido total" (VDT), sumando todos los valores deducidos individuales

- iii. Determine el número de valores deducidos mayores que 2.0, cuyo resultadi será el valor “q”.
- iv. Determine el VDC entrando con el valor de” q” y “VDT” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento que presenta el método PCI.
- v. Reduzca a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y repita el proceso desde el inciso (a) hasta que “q” sea igual a 1.
- vi. Una vez obtenidos todos los valores de VDC, se tomará el mayor valor (VDCmáx) para el cálculo del PCI en la unidad de muestreo. Para ello se aplica la siguiente ecuación 6:

Ecuación 6

$$PCI = 100 - VDC_{max}$$

Donde:

PCI: índice de condición del pavimento

VDC máx.: Valor deducido corregido máximo

- Cálculo del PCI del área total de la investigación

Si todas las unidades de muestra inspeccionadas son escogidas en forma aleatoria entonces el PCI de la sección es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra inspeccionadas, véase la ecuación 7:

Ecuación 7

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

Dónde:

PCI_r = PCI ponderado del área de las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.

PCI_{ri} = PCI de la unidad de muestra aleatoria “i”.

Ari = área de la unidad de muestra aleatoria “i”.

n = número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

El resultado PCIs es el PCI de toda la investigación que posteriormente utilizaremos para determinar el estado de la vía en investigación.

2.2.3 Fallas en el Pavimento Flexible – Método PCI

Las fallas en los pavimentos flexibles, según la norma ASTM International (2007), se clasifican en 19 tipos en función de sus características observadas. Además, se estandariza el nivel de severidad de estas fallas, categorizándolas en Low (bajo), Medium (medio) y High (alto). Estas categorías representan el grado de daño de cada tipo de falla encontrado y su impacto en el tráfico vehicular en la zona de estudio. A continuación, procederemos a explicar estos 19 tipos de falla, incluyendo información sobre la unidad de medida que se empleará para evaluar su condición

- Piel de cocodrilo

Las grietas de fatiga se originan en la capa de rodadura asfáltica debido al estrés repetitivo causado por la carga del tráfico. Estas grietas comienzan en la base estabilizada donde el estrés es mayor bajo la carga de una rueda y luego se extienden hacia la superficie en forma de grietas longitudinales. Con el tiempo y el tráfico constante, estas grietas se conectan formando patrones similares a la piel de cocodrilo, y su tamaño típicamente no excede los 0.60 m. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Exudación

La exudación es la presencia de una capa brillante y pegajosa de material bituminoso en la superficie del pavimento, causada por un exceso de asfalto en la mezcla, la aplicación generosa de un sellante asfáltico o una baja cantidad de espacios vacíos de aire. Este fenómeno se produce cuando el asfalto, al llenar los vacíos en la mezcla, se expande en la superficie durante condiciones

de altas temperaturas. Dado que este proceso no se revierte en temperaturas más frías, el asfalto se acumula en la superficie, creando un aspecto brillante y cristalino. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Agrietamiento en bloque

Las grietas en bloque son fisuras interconectadas que subdividen el pavimento en fragmentos de forma aproximadamente rectangular, con dimensiones que oscilan entre 0.30 m x 0.30 m y 3.0 m x 3.0 m. Este tipo de grietas se origina principalmente debido a la contracción del concreto asfáltico y a los cambios de temperatura diarios, que generan ciclos de esfuerzo y deformación en el material. A diferencia de las grietas relacionadas con cargas, las grietas en bloque indican un endurecimiento significativo del asfalto y no están vinculadas a la presión vehicular. Aunque suelen abarcar grandes áreas del pavimento, a veces pueden presentarse en zonas sin tráfico. Es importante destacar que las grietas en bloque difieren de las grietas con apariencia de "piel de cocodrilo", las cuales son más pequeñas, poligonales y con ángulos agudos, originándose por el efecto de cargas repetidas del tránsito y restringiéndose a áreas sujetas a actividad vehicular, al menos en sus primeras etapas. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Abultamientos (Bumps) y Hundimientos (Sags)

Los abultamientos se refieren a pequeños desplazamientos en la superficie del pavimento y difieren de los desplazamientos que son ocasionados por pavimentos inestables. Los abultamientos pueden surgir por varias razones, incluyendo el levantamiento de losas de concreto Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico, la expansión causada por congelación (crecimiento de lentes de hielo) y la infiltración y elevación del material a través de una grieta debido a las cargas del tránsito, también conocido a veces como "tenting".

En contraste, los hundimientos se caracterizan por desplazamientos hacia abajo de la superficie del pavimento, son pequeños y bruscos. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren en áreas extensas del pavimento, dando lugar a depresiones considerables o prolongadas, se denominan "ondulaciones" (swelling). Se mide en metros lineales (Vasquez, 2002).

- **Corrugación**

La corrugación se manifiesta como elevaciones y depresiones muy próximas que se presentan en intervalos regulares, generalmente a menos de 3.0 m de distancia. Las elevaciones están dispuestas perpendicularmente a la dirección del tránsito. Este tipo de deterioro suele originarse por la combinación del tráfico vehicular con una carpeta o base inestable. Si los abultamientos ocurren en una sucesión con una separación menor a 3.0 m entre ellos, independientemente de su origen, se clasifican como corrugación. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- **Depresión**

Las depresiones en el pavimento son áreas ligeramente más bajas que el nivel circundante de la superficie. A veces, estas suaves depresiones solo son visibles después de la lluvia, cuando el agua acumulada crea un aspecto similar a un "baño de pájaros". En condiciones de pavimento seco, estas depresiones pueden ser detectadas a través de manchas causadas por agua estancada. Estas depresiones surgen por el asentamiento de la subrasante o por una construcción defectuosa. Añaden cierta irregularidad en la superficie y, cuando son lo suficientemente profundas o contienen agua, pueden resultar en situaciones de hidropneumático. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- **Grieta de borde**

Las grietas de borde son fisuras paralelas a la vía, situadas a una distancia que oscila entre 0.30 y 0.60 m desde el borde exterior del pavimento. Este tipo de deterioro se acelera debido a las cargas

generadas por el tránsito y suele originarse por la debilidad de la base o subrasante cercanas al borde del pavimento, agravadas por condiciones climáticas adversas. La zona entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica según el patrón de agrietamiento. Se mide en metros lineales (Vasquez, 2002).

- Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento Pórtland)

Este tipo de daño se presenta específicamente en pavimentos con superficie asfáltica que están contruidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión que pueden ocurrir en otros tipos de bases (por ejemplo, aquellas estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas se generan principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por factores como la temperatura o la humedad, debajo de la capa superficial de concreto asfáltico. Cabe destacar que este deterioro no está relacionado con las cargas vehiculares, aunque el tránsito puede provocar la ruptura del concreto asfáltico en las cercanías de la grieta. Si el pavimento se ha quebrado a lo largo de la grieta, se la denomina "descascarada". Es importante tener información sobre las dimensiones de la losa que se encuentra bajo la superficie de concreto asfáltico para poder identificar estos daños de manera precisa. Se mide en metros lineales (Vasquez, 2002).

- Desnivel carril / berma

El desnivel carril/berma se refiere a la discrepancia de alturas entre el borde del pavimento y la berma. Este tipo de deterioro está asociado al desgaste de la berma, hundimientos en la berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin nivelar la berma adecuadamente. Se mide en metros lineales (Vasquez, 2002).

- Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento pórtland)

Las grietas longitudinales se presentan en paralelo al eje del pavimento o en la dirección de su construcción, y pueden originarse debido a:

- Deficiente construcción de una junta de carril en el pavimento.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico causada por temperaturas bajas, endurecimiento del asfalto o fluctuaciones diarias de temperatura.
- Grieta de reflexión ocasionada por fisuras en la capa de base, incluyendo grietas en losas de concreto Portland, excluyendo las juntas de pavimento de concreto.

En contraste, las grietas transversales se extienden perpendicularmente al eje del pavimento o a su dirección de construcción. Este tipo de grietas generalmente no está vinculado a la carga aplicada. Se mide en metros lineales (Vasquez, 2002).

- Parcheo y acometidas de servicios públicos

Un parche en el pavimento es una zona que ha sido reemplazada con un material nuevo con el fin de reparar la superficie ya existente. Se clasifica como un defecto, ya que, independientemente de su desempeño, generalmente el área parchada o la zona adyacente no logran igualar la calidad de la sección original del pavimento. Este tipo de daño suele generar cierta rugosidad en la superficie. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Pulimento de agregados

Este tipo de deterioro se origina por la repetición de las cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, disminuye notablemente la adherencia que debería existir entre las llantas del vehículo y la carretera. Si la cantidad de agregado expuesta en la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. Se considera que el agregado está pulido cuando un análisis revela que el agregado expuesto en la superficie es susceptible a desgastarse y su textura es suave al tacto. Este daño se

evidencia cuando el resultado de una prueba de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido considerablemente en comparación con evaluaciones anteriores. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Huecos

Los huecos son depresiones pequeñas que aparecen en la superficie del pavimento, típicamente con diámetros menores a 0.90 m y una forma parecida a un tazón. Suelen tener bordes afilados y lados verticales alrededor de la parte superior. La acumulación de agua en su interior acelera su crecimiento. Estos se originan cuando el tráfico desgarrar fragmentos de la capa superficial del pavimento. La separación del pavimento se agrava debido a materiales deficientes en la estructura, debilidad en la base o subrasante, o por una condición de piel de cocodrilo severa. A menudo, los huecos indican problemas en la estructura y no deben confundirse con desprendimientos o meteorización. Si los huecos son causados por una piel de cocodrilo muy pronunciada, se deben registrar como huecos y no como meteorización. Se mide en unidades (Vasquez, 2002).

- Cruce de vía férrea

Los desperfectos concentrados en el cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos cercanos o entre los rieles. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Ahuellamiento

El ahuellamiento se refiere a una depresión en la superficie del pavimento donde las ruedas pasan. En muchos casos, este hundimiento solo es notable después de la lluvia cuando las huellas están llenas de agua. Puede haber un levantamiento del pavimento en los lados del ahuellamiento. Este fenómeno es resultado de una deformación permanente en alguna de las capas del pavimento o en la subrasante, generalmente causada por la consolidación o el movimiento lateral de los materiales

bajo la carga del tránsito. Un ahuellamiento significativo puede conducir a una falla estructural importante en el pavimento. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Desplazamiento

El desplazamiento se refiere al deslizamiento longitudinal y sostenido de una área específica en la superficie del pavimento causado por las cargas del tránsito. Estas cargas ejercen presión sobre el pavimento, generando ondas cortas y abruptas en su superficie. Este tipo de daño ocurre principalmente en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables, como cutback o emulsión. Además, los desplazamientos pueden ocurrir cuando hay una transición de pavimento de concreto asfáltico a pavimento de concreto de cemento Pórtland, lo que provoca un aumento en la longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland, resultando en el desplazamiento. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Grietas parabólicas (Slippage)

Las grietas parabólicas por movimiento, también conocidas como "slippage", son grietas con forma de media luna creciente causadas por la rotación o frenado de las ruedas que generan deformaciones en la superficie del pavimento. Este deterioro suele ocurrir cuando hay una baja resistencia en la mezcla asfáltica o una unión deficiente entre la superficie y la capa subyacente en la estructura del pavimento. Es importante destacar que este tipo de daño no está relacionado con procesos de inestabilidad geotécnica en la calzada. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Hinchamiento

El hinchamiento se caracteriza principalmente por una elevación gradual y extensa de la superficie del pavimento, formando ondas con una longitud superior a 3.0 m. Este fenómeno puede estar seguido de grietas en la superficie. Por lo general, este deterioro es causado por el congelamiento

en la subrasante o por suelos con potencial de expansión. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

- Meteorización / Desprendimiento de agregados

La meteorización y el desprendimiento se refieren al desgaste de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y del agregado. Este deterioro indica que el ligante asfáltico se ha endurecido considerablemente o que la calidad de la mezcla es deficiente. Además, el desprendimiento puede ser causado por el tráfico, especialmente por vehículos con orugas. La suavización de la superficie y la pérdida de agregados debido a derrames de aceite también se pueden considerar como desprendimiento. Se mide en metros cuadrados (Vasquez, 2002).

2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

- Aditivo: Producto mineral o químico (o mezcla entre ellos) que altera una o diversas propiedades del material (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).
- Aglomerante: Elemento apto de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas (MTC, 2018).
- Ahuellamiento: Surcos producidas en la superficie de rodamiento en una carretera pavimentada o no pavimentada y que son la consecuencia de la consolidación o movimiento lateral de los elementos resultados del tránsito (MTC, 2018).
- Asfalto: Elemento cementante, de color marrón oscuro a negro, combinado por betunes de origen natural o conseguidos por refinación del petróleo. El asfalto se halla en proporciones volubles en la mayoría del crudo de petróleo (MTC, 2018).
- Base granular: Parte de la que está formado el pavimento, formado por una capa de material seleccionado que es colocado entre la subbase o subrasante y la capa de rodadura (MTC, 2018).

- Carretera: Camino destinado al tránsito vehicular de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y sus elementos, deben tomar las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018).
- Concreto asfáltico: Mezcla tratada, compuesta de agregados gruesos y finos, material bituminoso y en ocasiones aditivos que mejoran sus propiedades de comportamiento. Es manejada como capa de base o de rodadura y constituye parte de la estructura del pavimento (MTC, 2018).
- Emulsión: mezclado de dos líquidos inmiscibles entre sí (MTC, 2018).
- Pavimento: Es una estructura construida sobre una subrasante de la vía, para soportar y distribuir los esfuerzos generados por los vehículos y apoyar en mejores condiciones de seguridad y bienestar para el tránsito. Generalmente se conforma por las siguientes capas: subbase, base y capa de rodadura (MTC, 2018).
- Pavimento flexible: Constituido con materiales bituminosos que como opciones podrían ser aglomerantes, agregados y en algunas ocasiones aditivos (MTC, 2018).
- Pavimento rígido: Constituido por cemento Portland empleado como agregados, aglomerante y en algunas ocasiones aditivos (MTC, 2018).
- Subbase: Es parte de la estructura del pavimento que se encuentra en la zona inferior a la capa que es de Base (MTC, 2018).
- Subrasante: Superficie acabada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), en la cual se posiciona la estructura del pavimento o afirmado (MTC, 2018).
- Superficie de rodadura: Zona ubicada en la superficie del pavimento, que aguanta las cargas del tráfico (MTC, 2018).

- Vía: Camino, arteria o calle, que alcanza la plataforma y las obras complementarias (MTC, 2018).
- Vida útil: Es el periodo de tiempo que una obra vial estará en buen funcionamiento y condiciones adecuadas (MTC, 2018).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la tesis titulada "Aplicación del Método PCI en la Inspección Situacional del pavimento asfáltico en la Av. Municipal, tramo Ovalo Cuzco – calle Cristóbal Colon, Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna - 2023", se encuadra principalmente en el tipo de investigación "Descriptiva".

El Método PCI, que se centra en describir y cualifica la condición actual del pavimento, es esencialmente un enfoque descriptivo. Este método proporciona datos detallados sobre el pavimento, incluyendo la clasificación de defectos y su gravedad.

Aunque se aplica un método (PCI) para obtener esta descripción detallada del estado del pavimento, el enfoque principal y la naturaleza intrínseca de la investigación son descriptivos. El propósito principal es obtener una visión precisa de la condición inicial del pavimento en la Avenida Municipal.

Entonces, para resumir, el tipo de investigación para esta tesis es principalmente "Descriptiva", con un enfoque en la aplicación del Método PCI para obtener una descripción precisa de la condición del pavimento.

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La tesis " Aplicación del Método PCI en la Inspección Situacional del pavimento asfáltico en la Av. Municipal, tramo Ovalo Cuzco – calle Cristóbal Colon, Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna - 2023" se centra principalmente en un nivel de investigación descriptivo. A través del Método PCI, se busca realizar una descripción detallada y cualitativa de la condición inicial del pavimento en la Avenida Municipal. Este enfoque permite obtener datos precisos y detallados sobre la calidad y estado del pavimento, abordando aspectos como tipos de defectos, grados de severidad y áreas

críticas. Aunque se aplica el Método PCI para evaluar el pavimento, la esencia de la investigación radica en describir con exactitud la situación actual del pavimento antes de proponer cualquier intervención o estrategia de mejora. Así, el principal propósito es la obtención de información descriptiva para comprender y analizar la condición inicial del pavimento..

3.3 ÁREA Y MUESTRA DE ESTUDIO

El área de estudio recae en la Avenida Municipal ubicada en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa en la ciudad de Tacna, centrándose precisamente en el tramo que abarca desde el Ovalo Cuzco hasta la calle Cristóbal Colon.

La muestra de estudio para esta investigación se define por los puntos estratégicos en los que se aplica el Método PCI en el tramo de la Avenida Municipal que se extiende desde el Ovalo Cuzco hasta la calle Cristóbal Colon en Tacna.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos más apropiados es la Observación Directa en Campo, esta técnica es crucial para evaluar directamente el estado del pavimento de la Avenida Municipal aplicando el Método PCI.

Dado que tu investigación se centra en la aplicación del Método PCI para la inspección del pavimento en un tramo específico de la Avenida Municipal, estas técnicas nos permitirán obtener datos tanto teóricos como prácticos para abordar el objetivo de investigación.

Utilizaremos como instrumentos de recolección de datos a través de formatos elaborados según el método PCI (tipo de falla, severidad, extensión, ubicación).

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento de los datos es una etapa crucial que implica la preparación y organización de los datos recolectados de manera que estén listos para el análisis posterior. Esta etapa incluye una

serie de pasos destinados a garantizar la calidad, uniformidad y estructura adecuada de los datos antes de llevar a cabo cualquier análisis. A continuación, se detallan los pasos para el procesamiento de datos

- Limpieza de Datos

Es fundamental garantizar que los datos estén libres de errores, inconsistencias y valores atípicos. Esto implica identificar y corregir errores de entrada, valores perdidos o incompletos, datos duplicados y cualquier otra irregularidad que pueda afectar la integridad de los datos.

- Uniformidad de unidades

Es importante que los datos sean uniformes y consistentes. Esto implica asegurar que las unidades de medida sean coherentes y que los datos estén organizados de manera uniforme para facilitar su comparación y análisis.

- Aplicación del método PCI

Las ecuaciones y ábacos se emplearán secuencialmente para calcular el PCI, siguiendo este orden de ejecución:

- Cálculo de severidad de las fallas.
- Cálculo de valor deducido.
- Cálculo de valor deducido corregido.
- Cálculo de PCI

Luego de procesar los datos, se llevará a cabo un análisis representado en graficas destacando las áreas críticas que requieren atención inmediata y otras que pueden abordarse a largo plazo, permitiendo establecer prioridades para intervenciones de mantenimiento y rehabilitación.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 UNIDADES DE MUESTRA

- Definición de la dimensión de la unidad de muestra

La sección inspeccionada de la Avenida Municipal abarca una longitud de 2 km, desde el óvalo Cuzco hasta la calle Cristóbal Colón (ver Figura 1). Esta área se divide en dos calzadas, cada una con un ancho de 6 metros. Siguiendo la definición de unidades de muestra, se establece que cada unidad debe comprender un área que oscile entre $230,0 \pm 93,0 \text{ m}^2$, lo que se traduce en:

Longitud Total (Av. Municipal): 2000 m

Ancho de calzada: 6 m (ver figura 2)

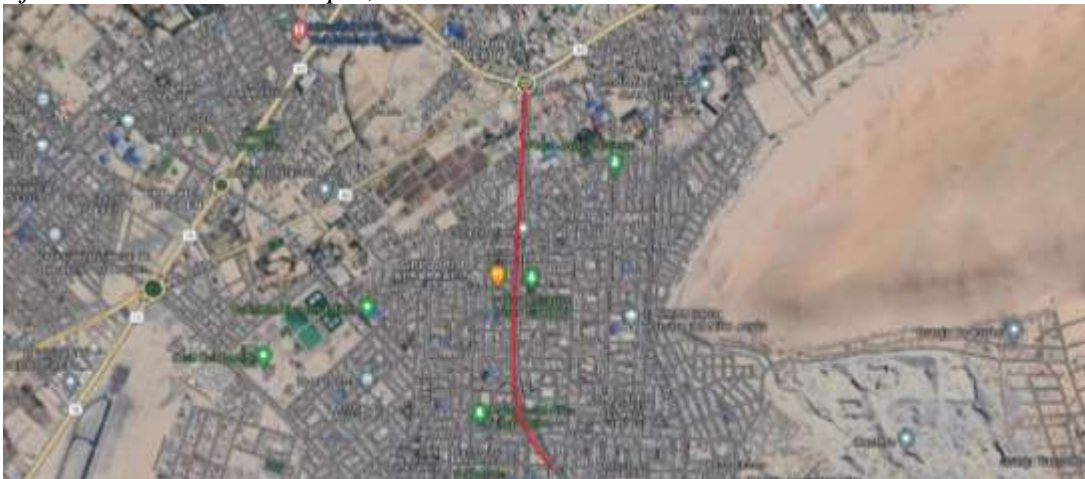
Se establecerá una longitud de muestra de 40 metros para facilitar la medición en el campo.

Longitud de muestra: 40 m

Calculo de área de unidad de muestra: $6 \times 40 = 240 \text{ m}^2$

Figura 1

Eje de la Avenida Municipal, Tramo Ovalo Cuzco-Calle Cristóbal Colon



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2

Dimensión de la Unidad de Muestra



Fuente; Elaboración Propia

- Cantidad Total de unidades de muestreo (N)

Aplicando la *ecuación 1* tenemos:

$$N = \text{Área total} \div \text{Área de Muestra}$$

$$\text{Área total} = \text{longitud total} \times \text{ancho de calzada} = 2000 \times 6 = 12000 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de Muestra} = \text{Longitud de muestra} \times \text{ancho de calzada} = 40 \times 6 = 240 \text{ m}^2$$

Siendo así la cantidad total de unidades de muestreo:

$$N = 12000 \div 240 = 50 \text{ muestras (ver anexo 02)}$$

- Calculo del número mínimo de unidades de muestras (n)

Podremos determinar el número mínimo de unidades necesarias en la Avenida Municipal mediante

la aplicación de la *ecuación 2*, contando con los siguientes valores:

$$N=50$$

$$\sigma = 10 \text{ (se asumirá este desviación estándar en pavimento flexible)}$$

$$e = 5 \text{ (se asumirá el 5 \% de error admisible)}$$

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = \frac{50 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (50-1) + 10^2} = 12.31$$

Se tomaran 12 unidades de muestras mínimas.(ver anexo 02)

- Calculo del intervalo de muestreo

Con los valores de "N" y "n" a mano, avanzaremos a la aplicación de la ecuación 3:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{50}{12.31} = 4.06$$

Asumiremos un intervalo de muestreo de 4.

- Distribución de las unidades de muestra

Considerando la cantidad total de muestras (N), la cantidad mínima requerida para evaluación (n) y el intervalo entre muestras (i), se llevará a cabo la identificación y ubicación de las muestras en la Avenida Municipal. Dividida en dos tramos, A y B, ambos con igual longitud y ancho de calzada, se aplicarán los resultados previamente obtenidos en unidades de muestras. A continuación, se presenta la distribución detallada en la Tabla 3 correspondiente:

Tabla 3

Listado de Muestras a Inspeccionar con el Método PCI

n	TRAMO	
	A	B
1	U6	Y6
2	U10	Y10
3	U14	Y14
4	U18	Y18
5	U22	Y22
6	U26	Y26
7	U30	Y30
8	U34	Y34
9	U38	Y38
10	U42	Y42
11	U46	Y46
12	U50	Y50

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 3 se presentan las 12 muestras mínimas para el Tramo A, y de manera análoga para el Tramo B, lo que suma un total de 24 unidades de muestras. Para el Tramo A, la muestra al azar seleccionada es U2, y para el Tramo B es Y2, como se detalla en los procedimientos anteriores. Al aplicar un intervalo de 4, se obtiene la muestra inicial U6 para el Tramo A y Y6 para el Tramo B. A partir de estos puntos iniciales, se procede de manera continua con intervalos de 4 para obtener las 12 muestras requeridas en cada tramo (ver anexo 02).

4.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Para ilustrar el cálculo del PCI, se emplearán los datos recolectados en campo de las unidades de muestra de los tramos A (norte - sur) y B (sur - norte) de la Avenida Municipal. Utilizaremos la unidad de muestra U-14 como ejemplo representativo. Los detalles de registro de cada unidad de muestra se encuentran en el Anexo 4, mientras que las imágenes que muestran las fallas en ambos tramos se presentan en el Anexo 5

Unidad de Muestra U-14

La Unidad de Muestra U-14 corresponde al Tramo A (norte - sur) en la Av. Municipal, con las mismas dimensiones de ancho de calzada de 6.00 m y una longitud de 40 m, similar a las demás muestras evaluadas.

En esta unidad, se identificaron las siguientes fallas:

- Tipo de Falla 3 - Fisura en Bloque, con una severidad alta (H).
- Tipo de Falla 7 - Fisura de Borde, con una severidad baja (L) y alta (H).
- Tipo de Falla 10 - Fisuras Longitudinales y Transversales, con una severidad alta (H).
- Tipo de Falla 11 - Parcheo, con una severidad baja (L) y alta (H).
- Tipo de Falla 13 - Huecos, con una severidad alta (H). (Ver Tabla 4)

Tabla 4*Hoja de Registro de la Unidad de Muestra U-14, Fallas y Severidad*

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal			KM 0+520			U-14			A		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca			KM 0+560			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	V.D.
7	L	20.00						20.00	8.33	4.57	
13	H	1.00						1.00	0.42	36.52	
3	H	7.50	5.04	4.16				16.70	6.96	23.92	
11	H	1.68						1.68	0.70	17.10	
10	H	2.30						2.30	0.96	7.60	
7	H	9.30						9.30	3.88	14.48	
11	L	3.50						3.50	1.46	22.76	

Fuente; Elaboración Propia

Una vez identificadas las fallas en el pavimento, se procede a medir cada tipo de falla observada para determinar su densidad correspondiente. Por ejemplo, la Falla Tipo 3 tuvo un metraje total de 16.70, dividido entre el área de la unidad de muestra (240), multiplicado por 100, lo que arrojó una densidad de 6.96 para la Falla Tipo 3 con severidad alta (H). Se repitió este cálculo para el resto de las fallas de manera similar. (Ver Tabla 5)

Tabla 5

Hoja de Registro de la Unidad de Muestra U-14, Densidad

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+520			U-14			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+560			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
7	L	20.00						20.00	8.33	4.57
13	H	1.00						1.00	0.42	36.52
3	H	7.50	5.04	4.16				16.70	6.96	23.92
11	H	1.68						1.68	0.70	17.10
10	H	2.30						2.30	0.96	7.60
7	H	9.30						9.30	3.88	14.48
11	L	3.50						3.50	1.46	22.76

Fuente; Elaboración Propia

Una vez realizado este cálculo, se procede a obtener los Valores Deducidos (V.D.) utilizando las gráficas correspondientes que correlacionan la densidad con dicho valor, según el tipo de falla y su severidad (ver anexo 3). Después, se calcula el número mínimo de valores deducidos permitidos mediante la ecuación 5. Si este valor es menor que la cantidad de valores deducidos encontrados, se seleccionan los valores de mayor a menor. En caso de que "m" tenga decimales, estos se multiplicarán por el valor deducido correspondiente. En la muestra U-14, se obtuvo un "m" igual a 6.83 (ver Tabla 6) con un total de 7 valores deducidos. Se tomaron los 6 valores más altos y el séptimo valor, 4.57, se multiplicó por el decimal 0.83, dando como resultado 3.79.

Tabla 6*Hoja de Registro de la Unidad de Muestra U-14, "m" y VDC*

CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = \mathbf{6.83}$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO								VDT	VDC
7	36.52	23.92	22.76	17.10	14.48	7.60	3.79		126.17	61.47
6	36.52	23.92	22.76	17.10	14.48	7.60	2.00		124.38	60.75
5	36.52	23.92	22.76	17.10	14.48	2.00	2.00		118.78	61.39
4	36.52	23.92	22.76	17.10	2.00	2.00	2.00		106.30	60.15
3	36.52	23.92	22.76	2.00	2.00	2.00	2.00		91.20	57.72
2	36.52	23.92	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		70.44	51.31
1	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		48.52	48.52
									MAX VDC	61.47

Fuente: Elaboración Propia

El VDC se obtiene utilizando el ábaco del anexo 3, introduciendo el valor "q" y el VDT correspondiente, donde "q" es la cantidad de V.D. mayores a 2 en cada iteración. De acuerdo con el marco metodológico establecido, una vez calculados todos los VDC, se selecciona el valor más alto. En el caso de la muestra U-14, este valor es de 61.47 (ver Tabla 6).

Siguiendo con el ejemplo de la muestra U-14, el cálculo del PCI se realiza restando el máximo VDC de 100, lo que arroja un resultado de 38.53%. Tras consultar la Tabla 1 de Rangos de Clasificación del PCI, se concluye que este valor corresponde a una condición de pavimento catalogada como "Mala".

Para evaluar el estado del pavimento en toda la avenida, se debe llevar a cabo el cálculo del PCI para cada una de las muestras, siguiendo el mismo proceso explicado con la muestra U-14, tanto para el Tramo A como para el B. Los resultados se presentan en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7*Resumen de los Valores de PCI y Condición del Pavimento en Tramo A*

Unidad de Muestreo	PCI de la muestra	Condicion
Tramo A (norte-sur)		
U-6	39.86%	MALO
U-10	53.27%	REGULAR
U-14	38.53%	MALO
U-18	83.81%	MUY BUENO
U-22	17.89%	MUY MALO
U-26	41.54%	REGULAR
U-30	44.92%	REGULAR
U-34	47.23%	REGULAR
U-38	59.05%	BUENO
U-42	40.72%	REGULAR
U-46	52.69%	REGULAR
U-50	11.15%	MUY MALO

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 8***Resumen de los valores de PCI y Condición del Pavimento en Tramo B*

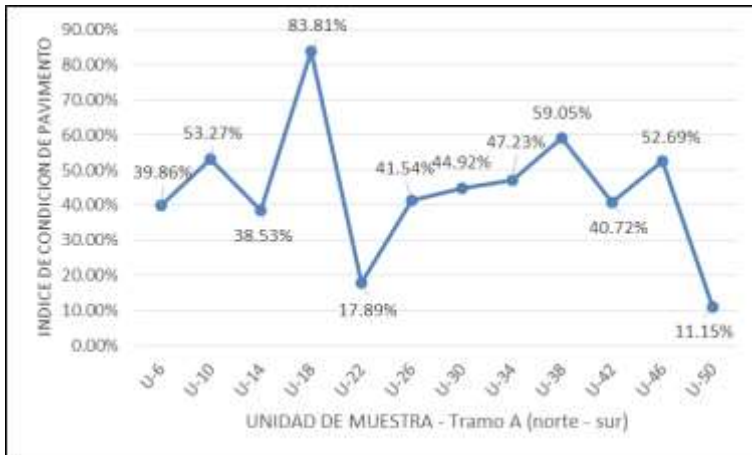
Unidad de Muestreo	PCI de la muestra	Condicion
Tramo B (sur-norte)		
Y-6	49.60%	REGULAR
Y-10	41.66%	REGULAR
Y-14	35.79%	MALO
Y-18	33.86%	MALO
Y-22	71.22%	MUY BUENO
Y-26	36.61%	MALO
Y-30	40.55%	REGULAR
Y-34	48.68%	REGULAR
Y-38	38.72%	MALO
Y-42	57.18%	BUENO
Y-46	32.13%	MALO
Y-50	25.11%	MALO

Fuente: Elaboración Propia

Las Figuras 3 y 4 ilustran la tendencia de los valores del PCI durante la evaluación del pavimento en los Tramos A y B, respectivamente. Dichas figuras revelan que la mayoría de los valores se ubican en la categoría de evaluación "Regular".

Figura 3

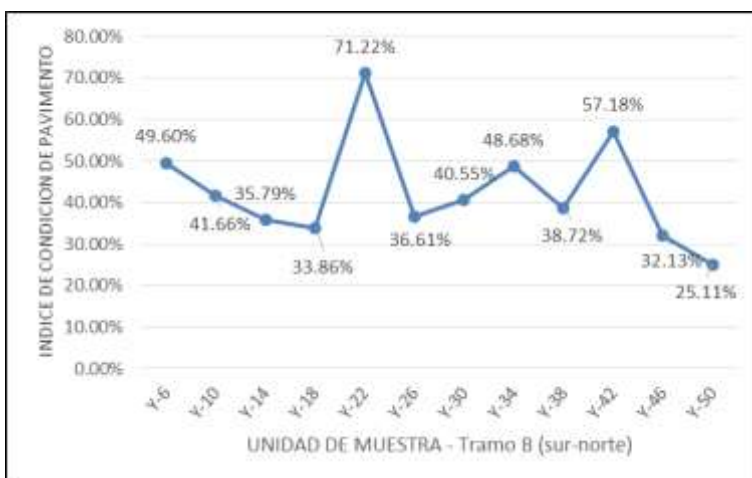
Gráfico de línea de Tendencia de valores del PCI, Tramo A (norte-sur)



Fuente; Elaboración Propia

Figura 4

Gráfico de línea de Tendencia de valores del PCI, Tramo B (sur-norte)

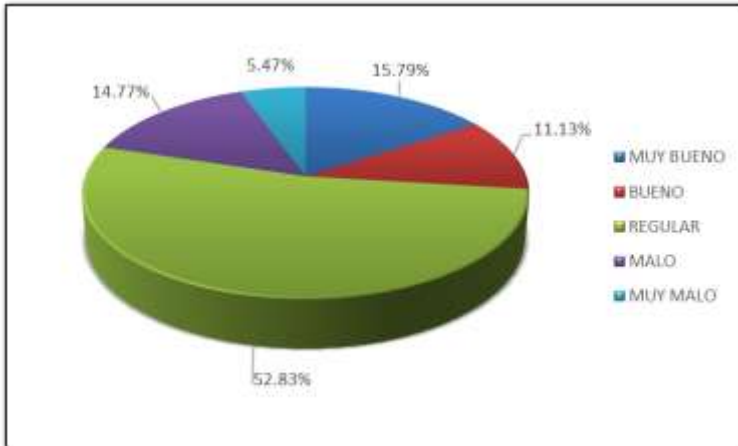


Fuente; Elaboración Propia

En las Figuras 5 y 6, se exhibe el estado del pavimento según el PCI en porcentajes, correspondiendo a los Tramos A y B de manera respectiva.

Figura 5

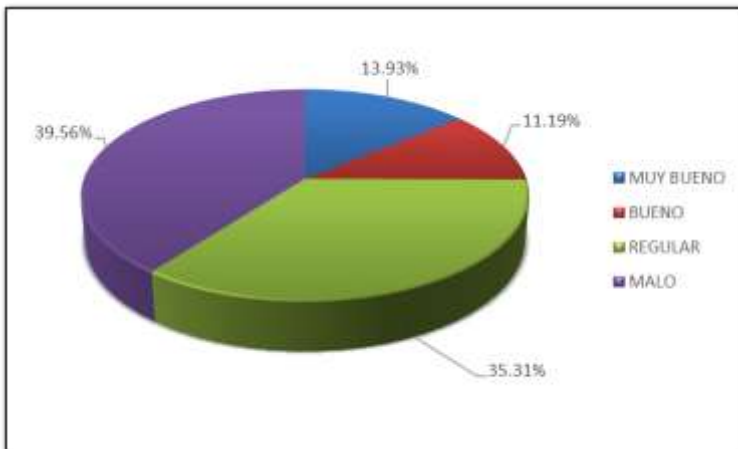
Resumen Clasificación PCI, Tramo A (norte-sur)



Fuente; Elaboración Propia

Figura 6

Resumen Clasificación PCI, Tramo B (sur-norte)



Fuente; Elaboración Propia

La mayoría de las muestras exhiben un valor de PCI asociado a la condición “Regular”, principalmente debido a la presencia generalizada de parches, huecos y fisuras en las áreas inspeccionadas.

Una vez terminado el procesamiento de datos por tramos, se procede al cálculo del PCI correspondiente a la Av. Municipal completa, a través de la ecuación 7. Estos cálculos se realizan diferenciadamente para los tramos de norte-sur y sur-norte por lo que se presentan en las tablas 9 y 10.

Tabla 9

Calculo del PCI en el Tramo A (norte-sur)

Unidad de Muestreo	PCI de la muestra	Area de unidad de muestra	PCI x Area	PCI del Tramo A
Tramo A (norte-sur)				
U-6	39.86%	240	95.66	
U-10	53.27%	240	127.85	
U-14	38.53%	240	92.47	
U-18	83.81%	240	201.14	
U-22	17.89%	240	42.94	
U-26	41.54%	240	99.70	
U-30	44.92%	240	107.80	44.22%
U-34	47.23%	240	113.35	
U-38	59.05%	240	141.72	
U-42	40.72%	240	97.73	
U-46	52.69%	240	126.45	
U-50	11.15%	240	26.75	
Total =		2880	1273.56374	

Fuente; Elaboración Propia

Tabla 10*Calculo del PCI en el Tramo B (sur-norte)*

Unidad de Muestreo Tramo B (sur-norte)	PCI de la muestra	Area de unidad de muestra	PCI x Area	PCI del Tramo B
Y-6	49.60%	240	119.05	
Y-10	41.66%	240	99.98	
Y-14	35.79%	240	85.90	
Y-18	33.86%	240	81.26	
Y-22	71.22%	240	170.93	
Y-26	36.61%	240	87.87	
Y-30	40.55%	240	97.33	42.59%
Y-34	48.68%	240	116.83	
Y-38	38.72%	240	92.93	
Y-42	57.18%	240	137.23	
Y-46	32.13%	240	77.11	
Y-50	25.11%	240	60.26	
Total =		2880	1226.66258	

Fuente; Elaboración Propia

Se obtuvo un PCI de 44.22 para el tramo A de norte-sur y un PCI de 42.56 para el tramo B de sur-norte, obteniéndose una condición de “Regular” en ambos casos.

4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la evaluación del PCI para los tramos de A y B se presentan de manera resumida en la tabla 11

Tabla 11*Resumen de PCI y Condición del Pavimento por Sentido*

Tramo	Unidades de muestreo	PCI	Condicion
A (norte-sur)	12	44.22%	Regular
B (sur-norte)	12	42.59%	Regular

Fuente; Elaboración Propia

Los valores obtenidos indican una condición "Regular", lo que sugiere que el estado actual del pavimento es óptimo y sigue proporcionando un servicio adecuado a la población circundante. Además, a continuación se presentará el nivel de impacto de cada tipo de falla en los tramos A y B en las Tablas 12 y 13, respectivamente.

Tabla 12

Resumen de Nivel de Impacto en el Pavimento según cada Falla para el Tramo A

Tramo	Falla	Severidad	Unidad de muestra	Valor Deducido	
			U-26	44.52	
			U-38	32.95	
	1.Piel de cocodrilo	H	U-46	25.26	179.77
			U-50	71.89	
		L	U-42	5.16	
			U-10	16.00	
		H	U-14	23.92	
	3.Fisuras en Bloque		U-50	41.30	92.47
			U-10	1.50	
		M	U-18	2.03	
			U-38	7.72	
			U-10	19.80	
		H	U-14	14.48	
	7.Fisura de borde		U-22	26.06	82.51
			U-30	10.40	
		M	U-38	7.20	
		L	U-14	4.57	

A	10.Fisuras Longitudinales y Transversales	H	U-10	18.07	62.26
			U-14	7.60	
			U-26	6.08	
			U-30	6.88	
			U-50	13.25	
		M	U-6	1.86	
			U-18	2.73	
			U-22	1.86	
			U-34	2.16	
			L	U-18	
	U-34	0.02			
	U-10	20.18			
	U-14	17.10			
	H	U-26		21.20	
		U-30	23.78		
		U-38	13.20		
		U-46	23.00		
		U-10	9.28		
		U-18	10.44		
		U-26	15.88		
	11.Parqueo	M	U-30	8.28	250.55
			U-38	13.33	
			U-42	18.89	
			U-46	15.76	
			U-50	4.99	
		L	U-6	2.51	
			U-14	22.76	
U-26			1.46		
U-46			1.98		
U-50			6.53		
13.Huecos	H	U-14	36.52	387.87	
		U-22	78.11		
		U-30	42.69		
	M	U-34	48.75		
		U-42	55.28		
		U-50	36.52		
		U-6	54.28		
19.Desprendimiento de Agregados	H	U-26	17.86	49.51	
		U-46	17.86		
	M	U-22	14.33		
		U-30	14.58		
		U-10	10.00		
		U-34	10.60		

Fuente; Elaboración Propia

Tabla 13*Resumen de Nivel de Impacto en el Pavimento según cada Falla para el Tramo B*

Tramo	Falla	Severidad	Unidad de muestra	Valor Deducido	
B	1.Piel de cocodrillo	H	Y-34	32.74	
			Y-42	32.74	
			Y-46	52.49	
		M	Y-14	60.21	261.72
			Y-26	45.60	
			Y-46	29.62	
	L	Y-22	8.32		
		2.Exudacion	H	Y-18	3.02
			Y-50	3.62	6.94
	L	Y-14	0.30		
	3.Fisuras en Bloque	H	Y-10	6.68	
			Y-18	2.80	21.22
			Y-34	11.74	
	7.Fisura de borde	H	Y-10	27.77	
			Y-26	27.77	
			Y-30	27.77	114.80
		M	Y-6	14.62	
			Y-18	16.87	
			Y-6	7.60	
	10.Fisuras Longitudinales y Transversales	H	Y-10	21.95	
Y-18			18.38		
Y-26			9.29		
M		Y-34	5.18		
		Y-38	8.75	104.03	
		Y-6	2.75		
			Y-10	5.31	
			Y-18	1.61	
			Y-34	3.59	
			Y-34	5.66	
			Y-46	13.98	

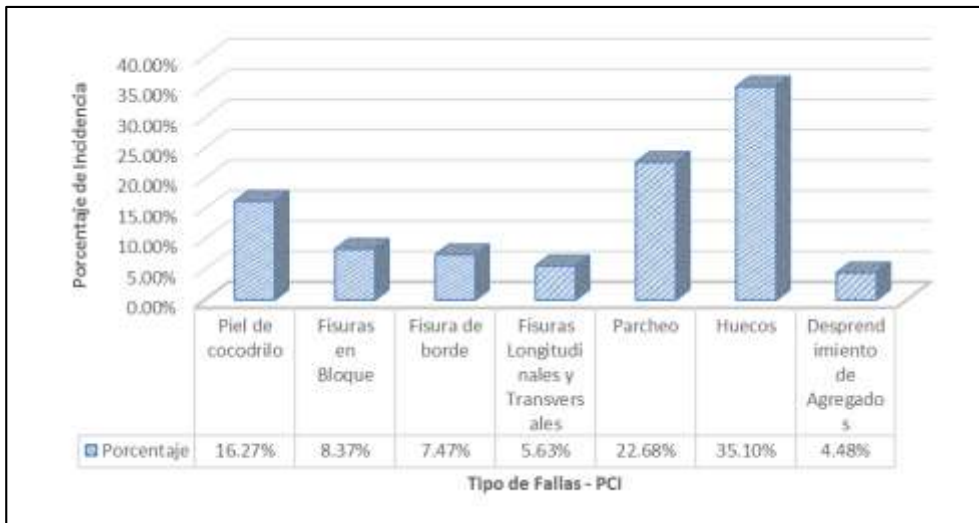
	H	Y-6	23.36	
		Y-50	13.05	
		Y-10	12.16	
	M	Y-30	16.90	
		Y-34	17.40	
		Y-14	11.81	
11.Parqueo		Y-18	24.38	293.04
		Y-22	26.78	
		Y-26	25.40	
	L	Y-30	23.70	
		Y-34	24.66	
		Y-38	24.17	
		Y-42	25.57	
		Y-46	23.70	
		Y-10	36.52	
		Y-18	55.28	
13.Huecos	H	Y-30	36.52	315.18
		Y-38	55.28	
		Y-50	67.63	
	M	Y-6	28.46	
		Y-50	35.50	
17.Grieta Parabolica	H	Y-6	18.55	18.55
19.Desprendimiento de Agregados	H	Y-50	18.00	28.35
	M	Y-14	10.35	

Fuente; Elaboración Propia

En las Figuras 7 y 8, que corresponden a los Tramos A y B respectivamente, se ilustra el porcentaje de impacto de los diversos tipos de fallas evaluados en la Avenida Municipal. Estas representaciones gráficas ofrecen una visión clara sobre la magnitud de la influencia de cada tipo de falla en la condición general del pavimento en dichos tramos.

Figura 7

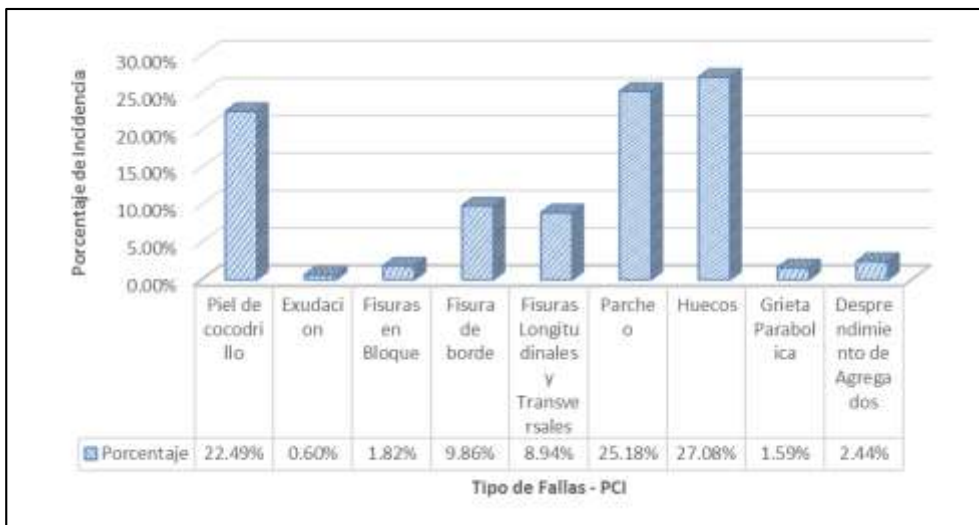
Nivel de Impacto de las Fallas en la Avenida Municipal, Tramo A (norte-sur)



Fuente; Elaboración Propia

Figura 8

Nivel de Impacto de las Fallas en la Avenida Municipal, Tramo B (sur-norte)



Fuente; Elaboración Propia

Claramente, la falla predominante en ambos tramos es la de tipo hueco, seguida por parcheo y piel de cocodrilo, aunque con menos incidencia. Esta observación sugiere que, en toda la extensión de la Av. Municipal, a pesar de las dos calzadas distintas, la falla que más impacta y daña el pavimento es el hueco. Esta situación se vincula con el desprendimiento de fragmentos del pavimento debido al tráfico, progresando por mezclas superficiales deficientes, puntos débiles en la base o la subrasante, y frecuentemente asociado a una estructura defectuosa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se concluyó en la inspección de la Av. Municipal, desde el Ovalo Cuzco hasta la Calle Cristóbal Colon en el 2023, mediante la metodología PCI un índice PCI promedio de 43.41%, así mismo clasificando al pavimento como “Regular”.
- El análisis utilizando el Método Pavement Condition Index (PCI) reveló la presencia de nueve (09) tipos de fallas en la Av. Municipal, que incluyen piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, fisuras de borde, fisuras longitudinales y transversales, parcheo, huecos, grietas parabólicas y desprendimiento de agregados. La falla con mayor frecuencia con respecto al total de unidades muestrales fue el de Parcheo con un total de 65 casos y la falla con mayor impacto en el pavimento de las muestras estudiadas es el Tipo Hueco en el tramo A y en el tramo B. Para concluir, la cantidad de fallas totales encontradas en la Avenida Municipal comprendido entre el ovalo cuzco y la Calle Cristóbal Colon, es de 186 fallas.
- Mediante la aplicación de la metodología PCI, de manera cualitativa se determinó que en la Avenida Municipal comprendido entre el ovalo cuzco y la Calle Cristóbal Colon, las severidades en las fallas existentes son; “alta”(H) con 72 casos muestrales, “media” (M) con 70 casos muestrales y “baja” (L) con 40 casos muestrales. Por lo tanto el estudio demostró que las patologías presentan en su gran mayoría niveles de severidad “alta”.

- Se determinó un índice PCI para cada una de las 24 unidades de muestras estudiadas y clasificadas, cuya resultante se refleja en el índice PCI de 44.22% en el tramo de nortesur (Tramo A) y 42.59% en el de sur-norte (Tramo B), ambas relacionadas con una condición “Regular”. De las 24 unidades de muestras se obtuvo; 02 muestras con una condición “Muy Mala”, 08 muestras con una condición “Mala”, 10 muestras con una condición “Regular”, 02 muestras con una condición “Buena” y por último 02 muestras con una condición “Muy Buena”, de estos resultados se infiere que la condición dominante es la “Regular” en la Avenida Municipal comprendido entre el ovalo cuzco y la Calle Cristóbal Colon.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la Municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa implementar un sistema de seguimiento y monitoreo constante de la condición del pavimento en las avenidas principales del distrito. Esto ayudaría a prevenir daños extensos y graves, con el objetivo de minimizar los costos asociados al mantenimiento y preservar el nivel de servicialidad de las vías.
- Se aconseja a la Municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa considerar las alternativas de solución detalladas en la tabla 14, con el fin de prevenir un deterioro más grave de la vía.

Tabla 14*Alternativas de Solución para cada Tipo de Falla estudiada*

Tipo de Falla	Nivel de severidad	Solucion
Piel de Cocodrilo	L	Sello superficial
	M	Parqueo Parcial
	H	Parqueo profunko o sobrecarpeta
Exudacion	L	Aplicación de arena compactada
	H	Aplicación de arena/agregados compactados (precalentando si es necesario)
Fisuras en Bloque	M	Sellado de grietas
	H	Sellado de grietas o sobrecarpeta
Fisura de borde	L	Sello de grietas
	M	Sello de grietas o parqueo parcial
Fisuras	H	Parqueo parcial o profundo
	L	Sello de grietas
Longitudinales y Transversales	M	Sello de grietas
	H	Sello de grietas o parqueo parcial
Parqueo	L	no es necesaria intervencion
	M	Sustitucion del parche
Huecos	H	Sustitucion del parche
	M	Parqueo parcial o profundo
Grieta Parabolica	H	Parqueo profundo
	H	Sellado de grieta o parqueo parcial
Desprendimiento de Agregados	M	Sello superficial o sobrecarpeta
	H	Sobrecarpeta o reconstruccion

Fuente; Elaboración Propia

- Para una acción inmediata en la falla tipo Hueco con un impacto mayor a las demás en el pavimento de la Avenida Municipal comprendido entre el ovalo cuzco y la Calle Cristóbal Colon, se debe realizar un parqueo de acuerdo a la profundidad correspondiente, que es un proceso de reparación de pequeñas áreas fracturadas en la superficie asfáltica, y su proceso es incluir o adicionar material de base o sub base cuando sea necesario.

- Se sugiere a la Municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa la transición de un pavimento asfáltico a uno de concreto, fundamentando esta recomendación en la mayor durabilidad y el menor mantenimiento que ofrece el pavimento de concreto. Un estudio realizado por Hossain, Al-Deen, Shill, & Hassan (2024) demuestra que actualmente existen alternativas para mejorar los pavimentos rígidos, proporcionando una mejor respuesta frente a los efectos combinados de choques térmicos y productos químicos. En este sentido, sería prudente considerar un cambio en las vías de transporte como una mejora de las gestiones distritales anteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM International. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433-07)*. West Conshohocken: ASTM International.
- Castaño Martínez, F. L., Herrera Betín, J. M., Gómez Sáenz, J., & Reyes Lizcano, F. (2009). Análisis cualitativo del flujo de agua de infiltración para el control del drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C. *Infraestructura Vial*, 11(22), 20-25.
- Dávalos Mamani, A. L., & Arpasi Arohuanca, R. A. (2023). *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. Bugarvillas del distrito de Pocollay Tacna – 2022 (tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna)*. Repositorio de la Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2732>
- Figueroa Recavarren, J. D., & Neyra Rojas, W. A. (2023). *Evaluación vial mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo av. Gustavo Pinto - Av. Jorge Basadre Grohmann este, Tacna – 2023. (tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna)* Repositorio de la Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/3251>
- Gaita Marín, J. A. (2022). *Análisis del estado del pavimento flexible en un tramo de la vía Santa Sofía - Moniquira departamento de Boyacá utilizando el método PCI y apiques de vía (tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada)*. Repositorio Institucional UMNG. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/43872>
- Gutiérrez, W. (2016). *Mecánica de suelos aplicada a vías de transporte*. Macro EIRL.

- Hashim, I. H., Badawy, R. M., & Heneash, U. (2023). Impact of Pavement Defects on Traffic Operational Performance. *Sustainability*, 15(10), 8293. doi:<https://doi.org/10.3390/su15108293>
- Hiliquín Brañez, M. L. (2016). *Evaluación del Estado de Conservación del Pavimento, Utilizando el Método PCI, en la Av. Jorge Chávez del Distrito de Pocollay en el Año 2016 (tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna)*. Repositorio Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/157>
- Hossain, M. M., Al-Deen, S., Shill, S. K., & Hassan, M. K. (2024). Resistance of Concrete with Various Types of Coarse Aggregate to Coupled Effects of Thermal Shocks and Chemicals. *Materials*, 17(4), 791. doi:<https://doi.org/10.3390/ma17040791>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de terminos. de uso frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras* (2 ed.). Stella Valbuena del Fierro.
- Moreno Ponce, L. A., & Almeida Giler, L. M. (2022). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en la Avenida 3 de Julio del Cantón El Carmen (tesis de licenciatura, Universidad Estatal del Sur de Manabi)*. Repositorio Digital UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3487>
- Ponce Crispín, D. K. (2017). *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica (tesis de*

- licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica*). Repositorio Institucional UNH. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1414>
- Quispe Palomino, K. O. (2023). *Estado de conservación del pavimento de la Avenida Palian mediante el método PCI, Provincia de Huancayo – Junin 2023 (tesis de licenciatura, Universidad Peruana Los Andes)*. Repositorio Institucional UPLA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/6109>
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño* (2 ed.). Ecoe Ediciones.
- Saavedra Salazar, L. E., & Sempertegui Diaz, R. D. (2023). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método del Índice de Condición del Pavimento en la prolongación Bolognesi (tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán)*. Repositorio Institucional USS. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11127>
- Setyawan, A., Nainggolan, J., & Budiarto, A. (2015). Predicting the remaining service life of road using pavement condition index. *Procedia Engineering*, 125, 417-423. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.108>
- Vasquez Varela, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales.

ANEXOS

Anexo 01: Plano de ubicación de la zona de estudio

Anexo 02: Ubicación de las muestras en la zona de estudio

Anexo 03: Curvas de Valor Deducido y el Valor Deducido Corregido

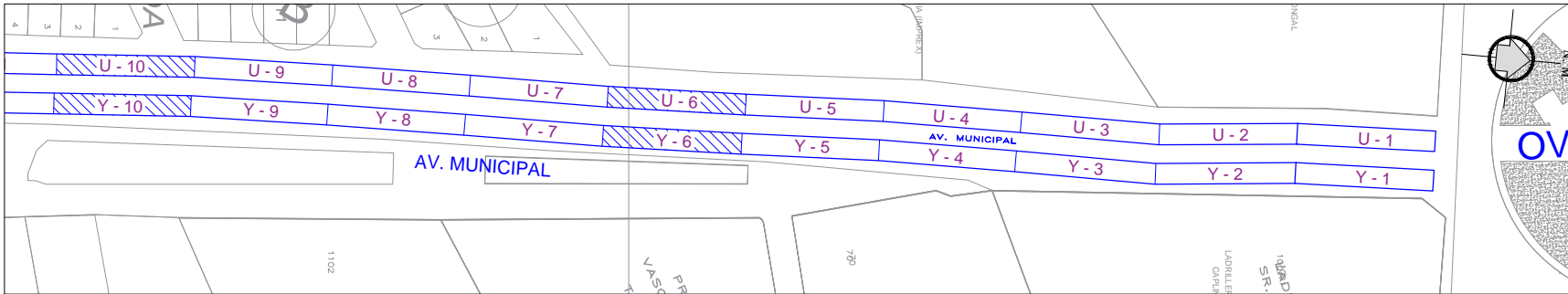
Anexo 04: Hojas de Registro de las Unidades de Muestreo

Anexo 05: Panel Fotográfico

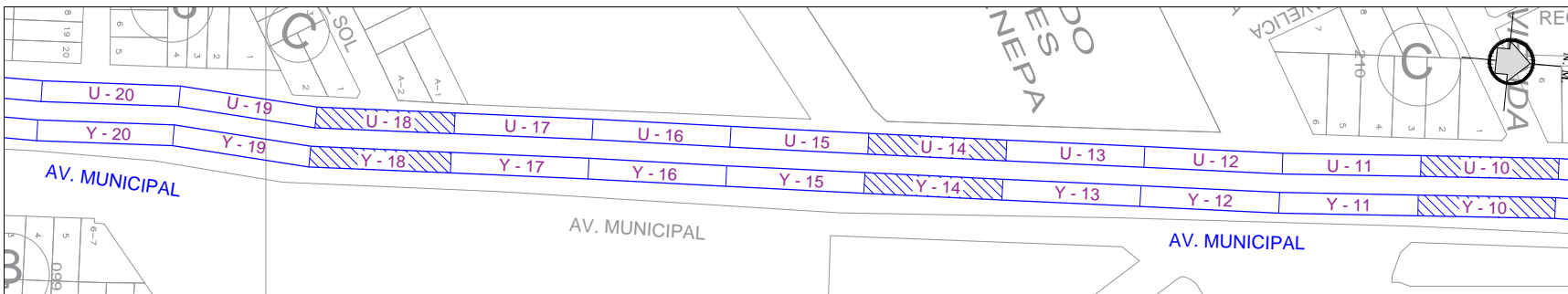
ANEXO 01: PLANO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

ANEXO 02: UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

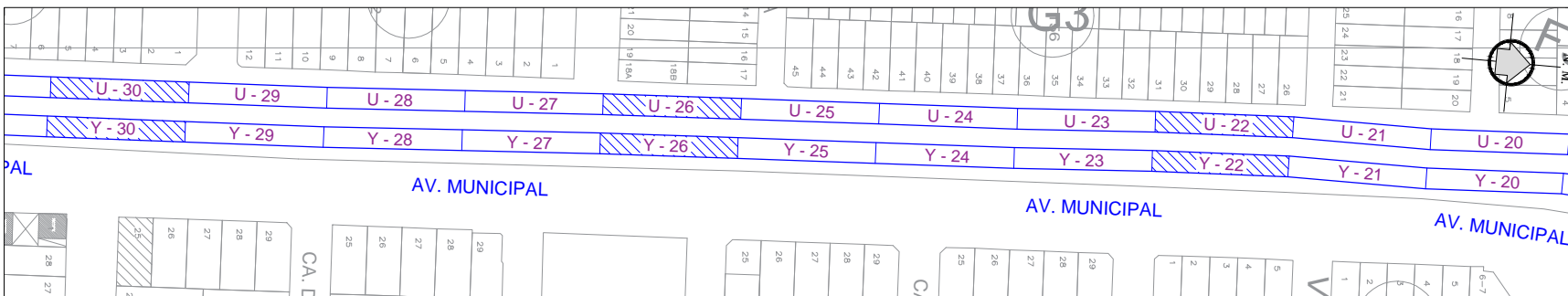
UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN



PLANTA DE UNIDADES DE MUESTREO 01 - 10
ESC. 1/2000



PLANTA DE UNIDADES DE MUESTREO 11 - 20
ESC. 1/2000



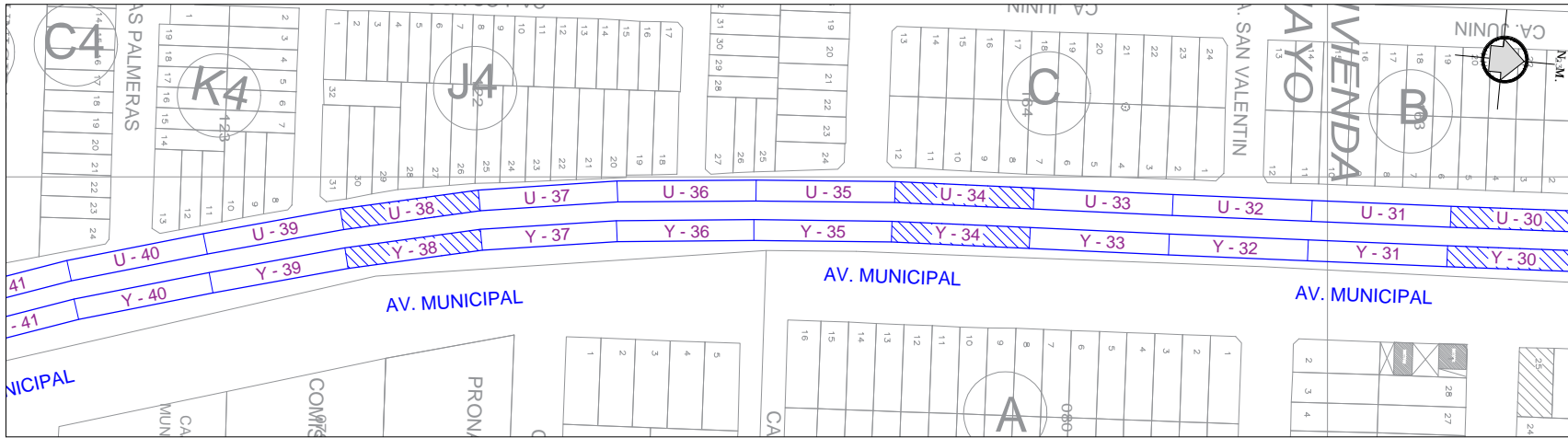
PLANTA DE UNIDADES DE MUESTREO 21 - 30
ESC. 1/2000



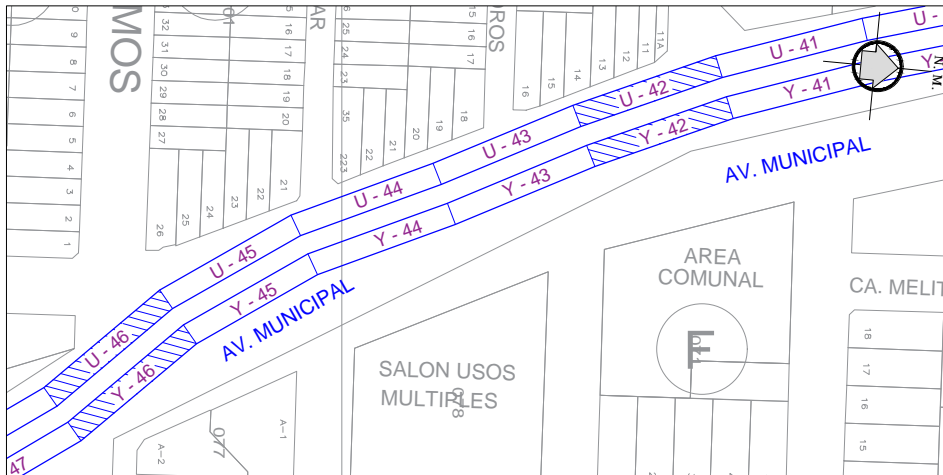
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESISTA: BACH. JESUS FIDEL TACCA HUANCA	
ASESORA: ING. LUCY MIRIAM FLORES CALDERÓN	
UBICACION: DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - PROVINCIA TACNA - REGION TACNA -	
TESIS: "APLICACION DEL METODO POT EN LA INSPECCION SITUACIONAL DEL PAVIMENTO ASPALTICO EN LA AV. MUNICIPAL TRAMO OVALO CUZCO - CALLE CRISTOVAL COLON GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA - 2023"	
PLANO: PLANO DE UBICACION DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2023
LAMINA: PUM-01	

UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN



PLANTA DE UNIDADES DE MUESTREO 31 - 40
ESC. 1/2000



PLANTA DE UNIDADES DE MUESTREO 41 - 46
ESC. 1/2000



PLANTA DE UNIDADES DE MUESTREO 47 - 50
ESC. 1/2000



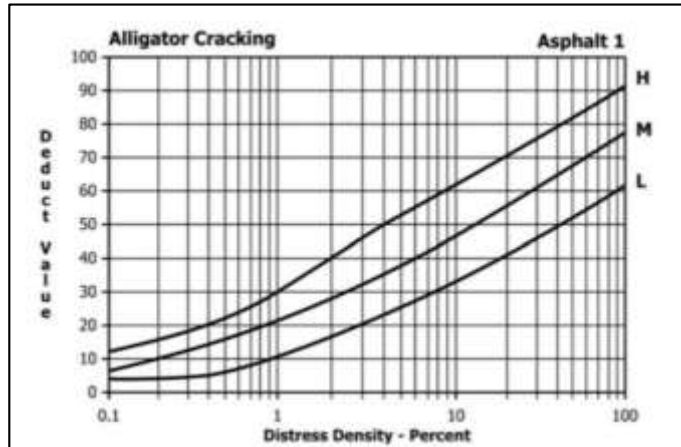
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULAR:	
BACH. JESUS FIDEL TACCA HUANCA	
ASESORA:	
ING. LUCY MIRIAM FLORES CALDERÓN	
UBICACION:	
DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - PROVINCIA TACNA - REGION TACNA -	
TESIS:	
"APLICACION DEL METODO POT EN LA INSPECCION SITUACIONAL DEL PAVIMENTO ASFALTICO EN LA AV. MUNICIPAL TRAMO OVALO CUZZO - CALLE CRISTOBAL COLON GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA - 2023"	
PLANO:	
PLANO DE UBICACION DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	
ESCALA:	FECHA:
INDICADA	DICIEMBRE 2023
LAMINA:	
PUM-02	

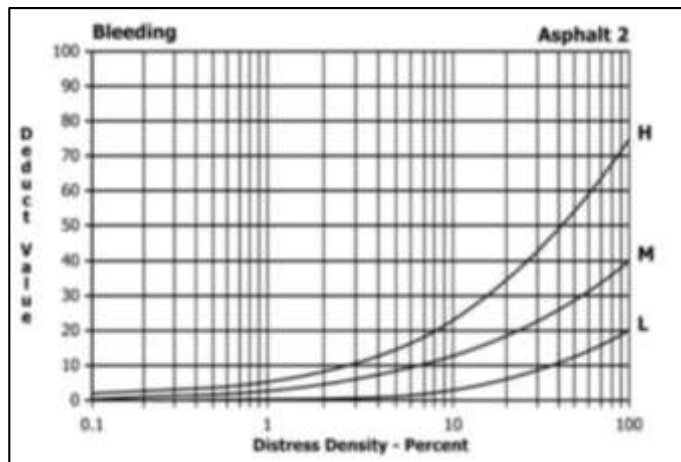
ANEXO 03: CURVAS DE VALOR DEDUCIDO Y EL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Curvas de Valores Deducidos

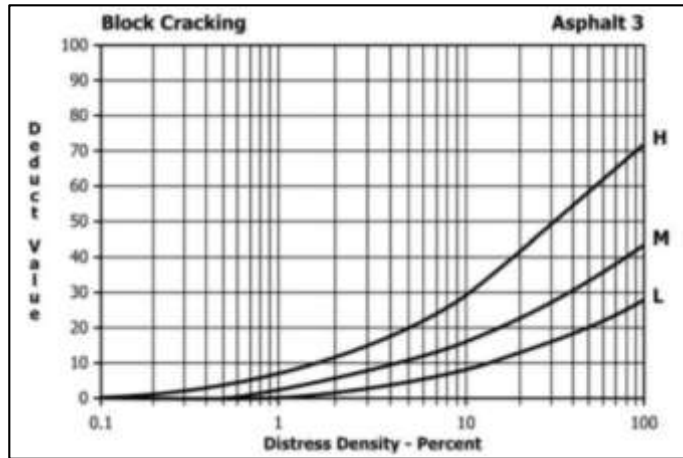
1. TIPO 1: Piel de cocodrilo



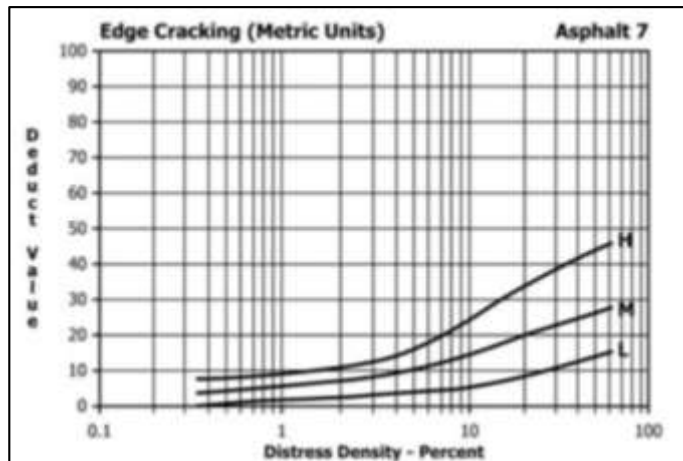
2. TIPO 2: Exudación



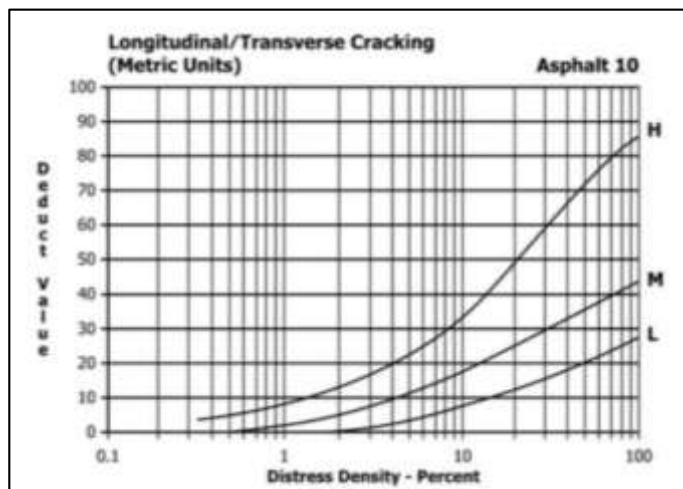
3. TIPO 3: Fisuras en Bloque



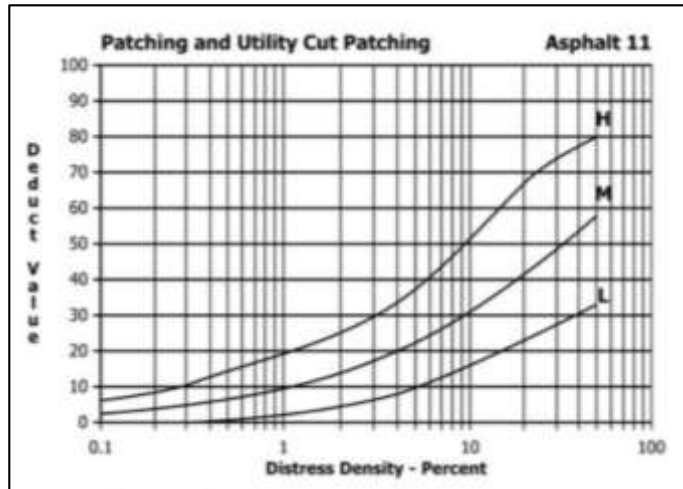
4. TIPO 7: Grieta de borde



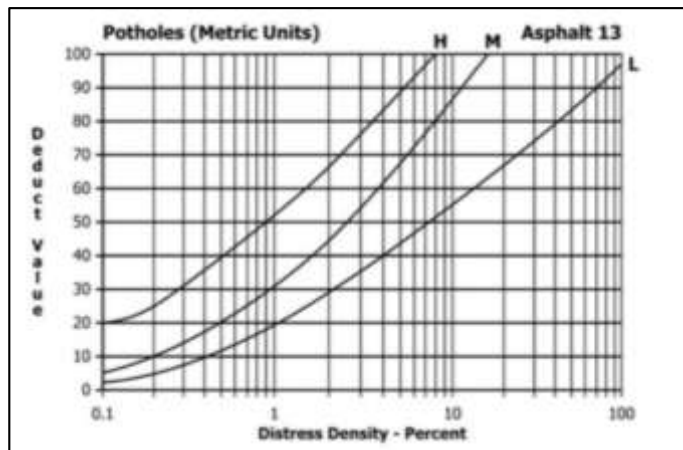
5. TIPO 10: Grietas Longitudinales y Transversales



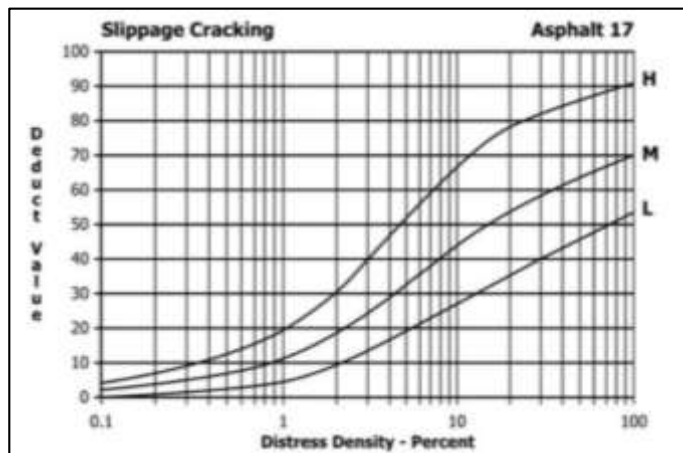
6. TIPO 11: Parqueo



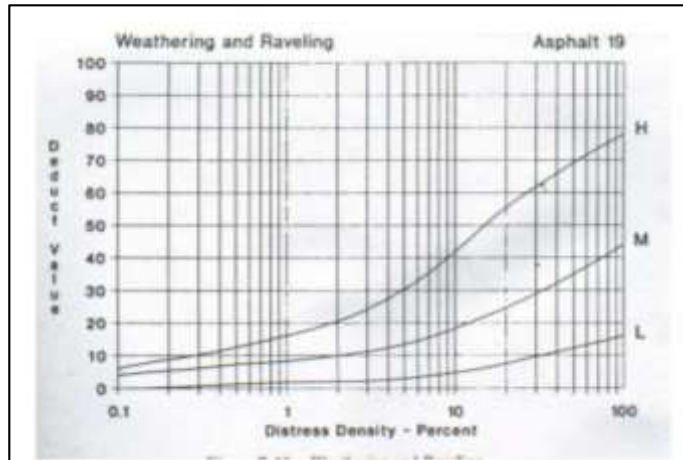
7. TIPO 13: Huecos



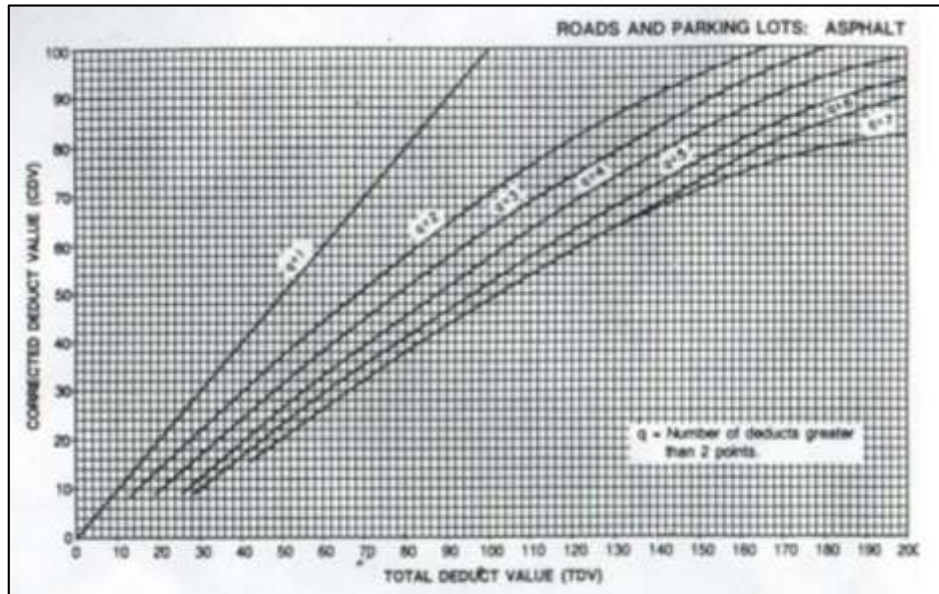
8. TIPO 17: Grietas Parabólicas



9. TIPO 19: Desprendimiento de Agregados



Curva de Valores Deducidos Corregidos



ANEXO 04: HOJAS DE REGISTRO DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-6, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO				
Av. Municipal		KM 0+200		U-6			A				
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL		AREA DE MUESTRA			FECHA				
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+240		240 m ²			11/12/2023				
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion		11.Parqueo			16.Desplazamiento				
2.Exudacion		7.Fisura de borde		12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica				
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta		13.Huecos			18.Hinchamiento				
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma		14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados				
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales		15.Ahuellamiento							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.	
11	L	0.37	2.26					2.64	1.10	2.51	
13	M	1.00	3.00	2.00	1.00			7.00	2.92	54.28	
2	L	1.92						1.92	0.80	0.00	
10	M	1.86						1.86	0.78	1.86	
11	M	0.90						0.90	0.38	5.84	
CALCULO DE "m"											
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 5.20$											
CALCULO DE "VDC"											
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC			
3	54.28	5.84	2.51	1.86			64.49	40.92			
2	54.28	5.84	2	1.86			63.98	46.79			
1	54.28	2	2	1.86			60.14	60.14			
							MAX VDC	60.14			
CALCULO DE "PCI"											
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 39.86\%$											
CONDICION = MALO											

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-10, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+360			U-10			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+400			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	0.09	0.70	1.23				2.02	0.84	9.28
3	M	2.16						2.16	0.90	1.50
10	H	8.60						8.60	3.58	18.07
11	L	0.40						0.40	0.17	0.00
11	H	2.46						2.46	1.03	20.18
19	M	4.80						4.80	2.00	10.00
3	H	8.70						8.70	3.63	16.00
7	H	18.60						18.60	7.75	19.80
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$										
mi = 8.33										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
6	20.18	19.8	18.7	16	10	9.28	1.5	95.46	46.73	
5	20.18	19.8	18.7	16	10	2	1.5	88.18	45.09	
4	20.18	19.8	18.7	16	2	2	1.5	80.18	45.11	
3	20.18	19.8	18.7	2	2	2	1.5	66.18	42.02	
2	20.18	19.8	2	2	2	2	1.5	49.48	36.64	
1	20.18	2	2	2	2	2	1.5	31.68	31.68	
								MAX VDC	46.73	
CALCULO DE "PCI"										
PCI = 100 - MAX VDC										
PCI = 53.27%										
CONDICION = REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-14, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+520			U-14			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+560			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
7	L	20.00						20.00	8.33	4.57
13	H	1.00						1.00	0.42	36.52
3	H	7.50	5.04	4.16				16.70	6.96	23.92
11	H	1.68						1.68	0.70	17.10
10	H	2.30						2.30	0.96	7.60
7	H	9.30						9.30	3.88	14.48
11	L	3.50						3.50	1.46	22.76
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 6.83$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
7	36.52	23.92	22.76	17.10	14.48	7.60	3.79	126.17	61.47	
6	36.52	23.92	22.76	17.10	14.48	7.60	2.00	124.38	60.75	
5	36.52	23.92	22.76	17.10	14.48	2.00	2.00	118.78	61.39	
4	36.52	23.92	22.76	17.10	2.00	2.00	2.00	106.30	60.15	
3	36.52	23.92	22.76	2.00	2.00	2.00	2.00	91.20	57.72	
2	36.52	23.92	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	70.44	51.31	
1	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.52	48.52	
								MAX VDC	61.47	
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 38.53\%$										
CONDICION= MALO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-18, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO			
Av. Municipal		KM 0+680		U-18			A			
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL		AREA DE MUESTRA			FECHA			
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+720		240 m ²			11/12/2023			
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion		11.Parqueo			16.Desplazamiento			
2.Exudacion		7.Fisura de borde		12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica			
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta		13.Huecos			18.Hinchamiento			
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma		14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados			
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales		15.Ahuellamiento						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	L	0.88	6.00					6.88	2.87	1.75
10	M	1.42	1.35					2.77	1.15	2.73
11	M	2.60						2.60	1.08	10.44
3	M	2.58						2.58	1.08	2.03
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 9.22$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
3	10.44	2.73	2.03	1.75			16.95	6.95		
2	10.44	2.73	2	1.75			16.92	11.69		
1	10.44	2	2	1.75			16.19	16.19		
							MAX VDC	16.19		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 83.81\%$										
CONDICION= MUY BUENO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-22, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+840			U-22			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+880			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrilo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
3	M	1.16						1.16	0.48	0.00
10	M	1.88						1.88	0.78	1.86
7	H	35.00						35.00	14.58	26.06
13	H	3.00	3.00	2.00				8.00	3.33	78.11
19	H	1.66						1.66	0.69	14.33
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 3.01$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
3	78.11	26.06	14.33				118.50	72.25		
2	78.11	26.06	2				106.17	74.09		
1	78.11	2	2				82.11	82.11		
							MAX VDC	82.11		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 17.89\%$										
CONDICION= MUJ MALO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-26, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+000			U-26			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+040			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	H	2.89						2.89	1.20	21.20
1	H	2.76	4.00					6.76	2.82	44.52
10	H	1.64						1.64	0.68	6.08
11	L	1.50						1.50	0.63	1.46
13	M	1.00						1.00	0.42	17.86
11	M	6.03						6.03	2.51	15.88
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 6.10$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
5	44.52	21.20	17.86	15.88	6.08	1.46		107.00	55.50	
4	44.52	21.20	17.86	15.88	2.00	1.46		102.92	58.46	
3	44.52	21.20	17.86	2.00	2.00	1.46		89.04	56.38	
2	44.52	21.20	2.00	2.00	2.00	1.46		73.18	53.23	
1	44.52	2.00	2.00	2.00	2.00	1.46		53.98	53.98	
								MAX VDC	58.46	
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 41.54\%$										
CONDICION= REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-30, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+160			U-30			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+200			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
19	H	1.75						1.75	0.73	14.58
11	M	1.44	0.27					1.71	0.71	8.28
7	M	5.00	7.00					12.00	5.00	10.40
13	H	1.00	1.00					2.00	0.83	42.69
10	H	2.00						2.00	0.83	6.88
11	H	0.10	0.80	3.00				3.90	1.63	23.78
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$										
mi = 6.26										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
6	42.69	23.78	14.58	10.4	8.28	6.88		106.61	52.31	
5	42.69	23.78	14.58	10.4	8.28	2		101.73	52.87	
4	42.69	23.78	14.58	10.4	2	2		95.45	54.27	
3	42.69	23.78	14.58	2	2	2		87.05	55.08	
2	42.69	23.78	2	2	2	2		74.47	54.13	
1	42.69	2	2	2	2	2		52.69	52.69	
								MAX VDC	55.08	
CALCULO DE "PCI"										
PCI = 100 - MAX VDC										
PCI = 44.92%										
CONDICION = REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-34, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+320			U-34			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+360			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	L	2.80						2.80	1.17	0.02
13	H	2.00						2.00	0.83	48.75
10	M	1.30	0.90					2.20	0.92	2.16
19	M	6.00						6.00	2.50	10.60
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = \mathbf{5.71}$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
3	48.75	10.60	2.16	0.02			61.53	38.99		
2	48.75	10.60	2.00	0.02			61.37	44.96		
1	48.75	2.00	2.00	0.02			52.77	52.77		
							MAX VDC	52.77		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = \mathbf{47.23\%}$										
CONDICION= REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-38, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+480			U-38			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+520			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	0.14						0.14	0.06	0.00
7	M	5.00						5.00	2.08	7.20
3	M	1.98	3.30	1.44				6.72	2.80	7.72
11	H	1.00						1.00	0.42	13.20
11	M	4.25						4.25	1.77	13.33
1	H	3.12						3.12	1.30	32.95
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$										
mi = 7.16										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
5	32.95	13.33	13.20	7.72	7.20		74.40	37.64		
4	32.95	13.33	13.20	7.72	2.00		69.20	38.52		
3	32.95	13.33	13.20	2.00	2.00		63.48	40.26		
2	32.95	13.33	2.00	2.00	2.00		52.28	38.60		
1	32.95	2.00	2.00	2.00	2.00		40.95	40.95		
							MAX VDC	40.95		
CALCULO DE "PCI"										
PCI= 100- MAX VDC										
PCI= 59.05%										
CONDICION= BUENO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-42, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+640			U-42			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+680			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	0.35					0.35	0.15	0.00	
11	M	2.52	3.00	3.00			8.52	3.55	18.89	
13	H	3.00					3.00	1.25	55.28	
1	L	0.90					0.90	0.38	5.16	
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 5.11$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
3	55.28	18.89	5.16				79.32	50.09		
2	55.28	18.89	2.00				76.16	55.31		
1	55.28	2.00	2.00				59.28	59.28		
							MAX VDC	59.28		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 40.72\%$										
CONDICION= REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-46, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO			
Av. Municipal		KM 1+800		U-46			A			
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL		AREA DE MUESTRA			FECHA			
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+840		240 m ²			11/12/2023			
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion		11.Parqueo			16.Desplazamiento			
2.Exudacion		7.Fisura de borde		12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica			
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta		13.Huecos			18.Hinchamiento			
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma		14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados			
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales		15.Ahuellamiento						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	1.76	4.16					5.92	2.47	15.76
13	M	1.00						1.00	0.42	17.86
11	L	2.01						2.01	0.84	1.98
11	H	3.60						3.60	1.50	23.00
1	H	0.77	0.81					1.58	0.66	25.26
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 7.86$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
4	25.26	23	17.86	15.757	1.98		83.86	47.31		
3	25.26	23	17.86	2	1.98		70.10	44.56		
2	25.26	23	2	2	1.98		54.24	39.97		
1	25.26	2	2	2	1.98		33.24	33.24		
							MAX VDC	47.31		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 52.69\%$										
CONDICION= REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD U-50, TRAMO A (norte-sur)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+960			U-50			A		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 2+000			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	H	5.40					5.40	2.25	13.25	
11	M	0.64					0.64	0.27	4.99	
1	H	41.40	1.20	12.00			54.60	22.75	71.89	
3	H	54.00					54.00	22.50	41.30	
13	H	1.00					1.00	0.42	36.52	
11	L	2.28	1.90	2.94			7.12	2.97	6.53	
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV)$ $m_i = 3.58$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
4	71.89	41.30	36.52	7.69			157.39	84.96		
3	71.89	41.30	36.52	2.00			151.71	88.85		
2	71.89	41.30	2.00	2.00			117.19	79.59		
1	71.89	2.00	2.00	2.00			77.89	77.89		
							MAX VDC	88.85		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 11.15\%$										
CONDICION= MUY MALO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-6, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+200			Y-6			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+240			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	H	1.33	0.97					2.30	0.96	7.60
10	M	1.44	1.35					2.79	1.16	2.75
13	M	1.00	1.00					2.00	0.83	28.46
11	H	3.75						3.75	1.56	23.36
7	M	28.30						28.30	11.79	14.62
17	H	2.13						2.13	0.89	18.55
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$										
mi = 7.57										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
6	28.46	23.36	18.55	14.62	7.60	2.75		95.34	46.67	
5	28.46	23.36	18.55	14.62	7.60	2.00		94.59	48.76	
4	28.46	23.36	18.55	14.62	2.00	2.00		88.99	50.40	
3	28.46	23.36	18.55	2.00	2.00	2.00		76.37	48.32	
2	28.46	23.36	2.00	2.00	2.00	2.00		59.82	43.87	
1	28.46	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		38.46	38.46	
								MAX VDC	50.40	
CALCULO DE "PCI"										
PCI = 100 - MAX VDC										
PCI = 49.60%										
CONDICION = REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-10, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+360			Y-10			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+400			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
3	H	2.30						2.30	0.96	6.68
10	M	0.95	4.60					5.55	2.31	5.31
13	H	1.00						1.00	0.42	36.52
10	H	2.10	3.10	6.30				11.50	4.79	21.95
11	M	3.57						3.57	1.49	12.16
7	H	40.00						40.00	16.67	27.77
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$										
mi = 6.83										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
6	36.52	27.77	21.95	12.16	6.68	5.31		110.39	54.19	
5	36.52	27.77	21.95	12.16	6.68	2.00		107.08	55.54	
4	36.52	27.77	21.95	12.16	2.00	2.00		102.40	58.20	
3	36.52	27.77	21.95	2.00	2.00	2.00		92.24	58.34	
2	36.52	27.77	2.00	2.00	2.00	2.00		72.29	52.60	
1	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		46.52	46.52	
								MAX VDC	58.34	
CALCULO DE "PCI"										
PCI = 100 - MAX VDC										
PCI = 41.66%										
CONDICION = REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-14, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+520			Y-14			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+560			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrilo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	2.56	12.00					14.56	6.07	11.81
10	H	0.20						0.20	0.08	0.00
2	L	4.80						4.80	2.00	0.30
1	M	-69.00						-69.00	-28.75	60.21
19	M	5.50						5.50	2.29	10.35
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 4.65$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
3	60.21	11.81	10.35				82.37	52.04		
2	60.21	11.81	2.00				74.02	53.81		
1	60.21	2.00	2.00				64.21	64.21		
							MAX VDC	64.21		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 35.79\%$										
CONDICION= MALO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-18, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 0+680			Y-18			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+720			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrilo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
7	M	40.00						40.00	16.67	16.87
11	L	52.00						52.00	21.67	24.38
13	H	3.00						3.00	1.25	55.28
10	M	1.60						1.60	0.67	1.61
10	H	3.00	2.60	3.20				8.80	3.67	18.38
2	H	0.66						0.66	0.28	3.02
3	H	1.08						1.08	0.45	2.80
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$										
mi = 5.11										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
5	55.28	24.38	18.38	16.87	3.02			117.93	60.96	
4	55.28	24.38	18.38	16.87	2.00			116.91	66.14	
3	55.28	24.38	18.38	2.00	2.00			102.04	64.02	
2	55.28	24.38	2.00	2.00	2.00			85.66	54.18	
1	55.28	2.00	2.00	2.00	2.00			63.28	63.28	
								MAX VDC	66.14	
CALCULO DE "PCI"										
PCI= 100- MAX VDC										
PCI= 33.86%										
CONDICION= MALO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-22, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO			
Av. Municipal		KM 0+840			Y-22			B			
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA			
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 0+880			240 m ²			11/12/2023			
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento			
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica			
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento			
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados			
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.	
11	L	60.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	66.00	27.50	26.78	
1	L	1.89						1.89	0.79	8.32	
CALCULO DE "m"											
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 7.72$											
CALCULO DE "CDV"											
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC			
2	26.78	8.32					35.10	26.08			
1	26.78	2.00					28.78	28.78			
							MAX VDC	28.78			
CALCULO DE "PCI"											
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 71.22\%$											
CONDICION= MUY BUENO											

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-26, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+000			Y-26			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+040			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	56.00	1.96				57.96	24.15	25.40	
7	H	40.00					40.00	16.67	27.77	
1	M	24.00					24.00	10.00	45.60	
10	H	3.20					3.20	1.33	9.29	
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 6.00$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC		
4	45.60	27.77	25.40	9.29			108.06	61.03		
3	45.60	27.77	25.40	2.00			100.77	63.39		
2	45.60	27.77	2.00	2.00			77.37	56.16		
1	45.60	2.00	2.00	2.00			51.60	51.60		
							MAX VDC	63.39		
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 36.61\%$										
CONDICION= MALO										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-30, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+160			Y-30			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+200			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
7	H	40.00						40.00	16.67	27.77
11	L	48.00						48.00	20.00	23.70
11	M	1.60	1.60	1.44	2.18			6.82	2.84	16.90
13	H	1.00						1.00	0.42	36.52
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 6.83$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
4	36.52	27.77	23.70	16.90				104.89	59.45	
3	36.52	27.77	23.70	2.00				89.99	56.99	
2	36.52	27.77	2.00	2.00				68.29	49.80	
1	36.52	2.00	2.00	2.00				42.52	42.52	
								MAX VDC	59.45	
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 40.55\%$										
CONDICION= REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-34, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal		KM 1+320			Y-34			B		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+360			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	44.00	3.60	3.68	2.31			53.59	22.33	24.66
11	M	3.04	2.20	1.96				7.20	3.00	17.40
10	M	1.20	1.50	1.00				3.70	1.54	3.59
10	H	1.30						1.30	0.54	5.18
1	H	3.08						3.08	1.28	32.74
3	H	5.28						5.28	2.20	11.74
CALCULO DE "m"										
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 7.18$										
CALCULO DE "CDV"										
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC	
6	32.74	24.66	17.40	11.74	5.18	3.59		95.31	46.65	
5	32.74	24.66	17.40	11.74	5.18	2.00		93.72	48.23	
4	32.74	24.66	17.40	11.74	2.00	2.00		90.54	51.32	
3	32.74	24.66	17.40	2.00	2.00	2.00		80.80	51.02	
2	32.74	24.66	2.00	2.00	2.00	2.00		65.40	47.78	
1	32.74	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		42.74	42.74	
								MAX VDC	51.32	
CALCULO DE "PCI"										
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 48.68\%$										
CONDICION= REGULAR										

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-38, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO			
Av. Municipal		KM 1+480			Y-38			B			
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA			
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+520			240 m ²			11/12/2023			
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento			
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica			
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento			
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados			
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.	
11	L	2.76	48.00					50.76	21.15	24.17	
13	H	2.00	1.00					3.00	1.25	55.28	
10	H	1.60	1.30					2.90	1.21	8.75	
10	M	1.90	0.90	1.20	0.80	1.10		5.90	2.46	5.66	
CALCULO DE "m"											
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 5.11$											
CALCULO DE "CDV"											
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC		
4	55.28	24.17	8.75	5.66				93.85	53.31		
3	55.28	24.17	8.75	2.00				90.19	57.11		
2	55.28	24.17	2.00	2.00				83.45	60.07		
1	55.28	2.00	2.00	2.00				61.28	61.28		
								MAX VDC	61.28		
CALCULO DE "PCI"											
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 38.72\%$											
CONDICION= MALO											

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-42, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO		
Av. Municipal			KM 1+640			Y-42			B		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Jesus Tacca Huanca			KM 1+680			240 m ²			11/12/2023		
1.Piel de cocodrillo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Abultamientos y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	1.50	1.89	4.40	2.31	4.86	44.00	58.96	24.57	25.57	
1	H	3.08						3.08	1.28	32.74	
CALCULO DE "m"											
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 7.18$											
CALCULO DE "CDV"											
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC		
2	32.74	25.57						58.32	42.82		
1	32.74	2.00						34.74	34.74		
								MAX VDC	42.82		
CALCULO DE "PCI"											
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 57.18\%$											
CONDICION= BUENO											

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-46, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI																																																																
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																																																																
HOJA DE REGISTRO																																																																
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO																																																								
Av. Municipal		KM 1+800			Y-46			B																																																								
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA																																																								
Bach. Jesus Tacca Huanca		KM 1+840			240 m ²			11/12/2023																																																								
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento																																																								
2.Exudacion		7.Fisura de borde			12.Pulimento de Agregados			17.Grieta Parabolica																																																								
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento																																																								
4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados																																																								
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento																																																											
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.																																																						
11	L	48.00						48.00	20.00	23.70																																																						
1	M	5.60						5.60	2.33	29.62																																																						
10	M	4.20	12.00					16.20	6.75	13.98																																																						
1	H	7.28	5.00					12.28	5.12	52.49																																																						
<p>CALCULO DE "m"</p> $m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 5.36$ <p>CALCULO DE "CDV"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>q</th> <th colspan="6">VALOR DEDUCIDO</th> <th>VDT</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>52.49</td> <td>29.62</td> <td>23.70</td> <td>13.98</td> <td></td> <td></td> <td>119.78</td> <td>67.87</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>52.49</td> <td>29.62</td> <td>23.70</td> <td>2.00</td> <td></td> <td></td> <td>107.81</td> <td>66.90</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>52.49</td> <td>29.62</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td></td> <td></td> <td>86.11</td> <td>61.66</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>52.49</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td></td> <td></td> <td>58.49</td> <td>58.49</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>MAX VDC</td> <td>67.87</td> </tr> </tbody> </table> <p>CALCULO DE "PCI"</p> $PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 32.13\%$ <p>CONDICION = MALO</p>											q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC	4	52.49	29.62	23.70	13.98			119.78	67.87	3	52.49	29.62	23.70	2.00			107.81	66.90	2	52.49	29.62	2.00	2.00			86.11	61.66	1	52.49	2.00	2.00	2.00			58.49	58.49								MAX VDC	67.87
q	VALOR DEDUCIDO						VDT	VDC																																																								
4	52.49	29.62	23.70	13.98			119.78	67.87																																																								
3	52.49	29.62	23.70	2.00			107.81	66.90																																																								
2	52.49	29.62	2.00	2.00			86.11	61.66																																																								
1	52.49	2.00	2.00	2.00			58.49	58.49																																																								
							MAX VDC	67.87																																																								

Hoja de registro de campo y procesamiento UNIDAD Y-50, TRAMO B (sur-norte)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO - PCI															
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA															
HOJA DE REGISTRO															
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			TRAMO						
Av. Municipal			KM 1+960			Y-50			B						
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTRA			FECHA						
Bach. Jesus Tacca Huanca			KM 2+000			240 m ²			11/12/2023						
1.Piel de cocodrillo		6.Depresion		11.Parqueo		16.Desplazamiento		2.Exudacion		7.Fisura de borde		12.Pulimento de Agregados		17.Grieta Parabolica	
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta		13.Huecos		18.Hinchamiento		4.Abultamientos y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma		14.Cruce de Via Ferrea		19.Desprendimiento de Agregados	
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales		15.Ahuellamiento											
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V.D.					
13	H	2.00	1.00	2.00				5.00	2.08	67.63					
2	H	1.02						1.02	0.43	3.62					
13	M	1.00	1.00	1.00				3.00	1.25	35.50					
11	H	0.99						0.99	0.41	13.05					
19	H	3.36						3.36	1.40	18.00					
CALCULO DE "m"															
$m_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV_i)$ $m_i = 3.97$															
CALCULO DE "CDV"															
q	VALOR DEDUCIDO							VDT	VDC						
4	67.63	35.50	18.00	12.66				133.79	74.89						
3	67.63	35.50	18.00	2.00				123.13	74.72						
2	67.63	35.50	2.00	2.00				107.13	74.56						
1	67.63	2.00	2.00	2.00				73.63	73.63						
								MAX VDC	74.89						
CALCULO DE "PCI"															
$PCI = 100 - MAX VDC$ $PCI = 25.11\%$															
CONDICION= MALO															

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-6



Fisura Longitudinal



Hueco



Hueco



Exudación



Parqueo



Hueco

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-10



Fisura en Bloque



Fisura Longitudinal



Parqueo



Parqueo



Desprendimiento de Agregados

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (norte-sur) – Unidad de muestra U-14



Fisura de Borde



*Fisura Longitudinal y
Parcheo*



Hueco



Fisura en Bloque



Parcheo

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-18



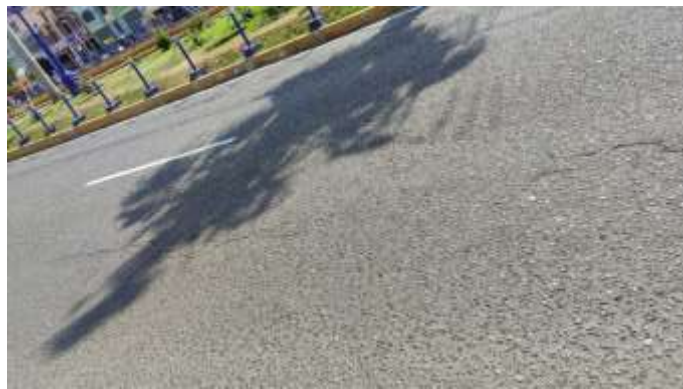
Fisura Transversal



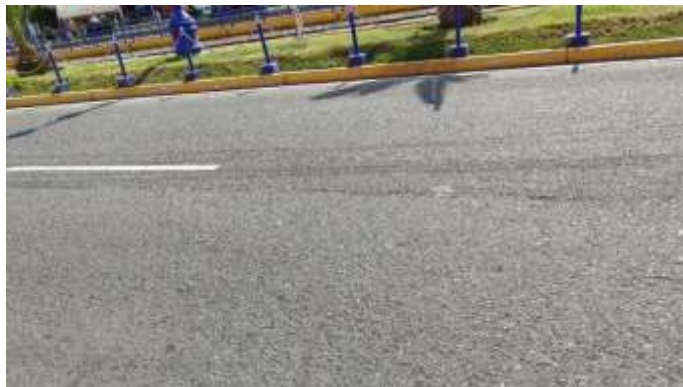
Fisura Transversal



Parqueo



Fisura en Bloque



Fisura Longitudinal

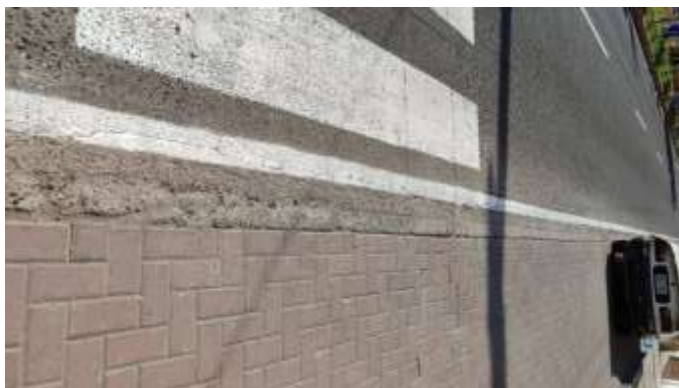
AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-22



Fisura Longitudinal



Hueco



Fisura en Borde



Hueco

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-26



Parqueo



Piel de cocodrilo



Fisura Longitudinal



Parqueo

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-30



Desprendimiento de Agregados



Fisura Transversal y Hueco



Parcheo

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-34



Fisura Longitudinal



Desprendimiento de Agregados



Fisura Transversal

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (norte-sur) – Unidad de muestra U-38



Parcheo



Fisura en Bloque



Parcheo



Piel de cocodrilo



Fisura en Bloque

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-42



Piel de cocodrilo



Parqueo



Parqueo y Huevo

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-46



Piel de cocodrilo

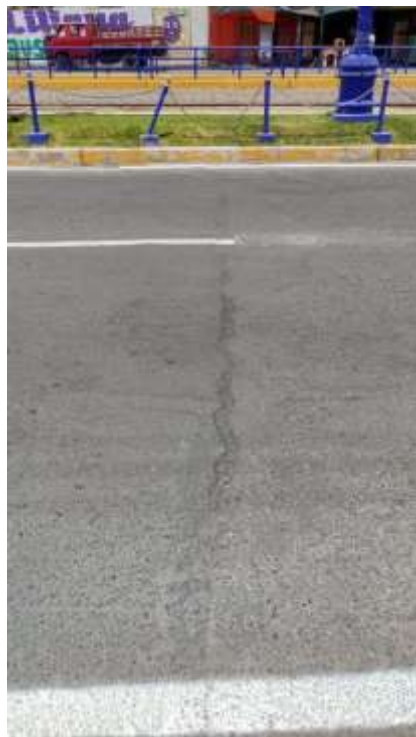


Parcheo



Parcheo y Hueco

AV. MUNICIPAL – TRAMO A (*norte-sur*) – Unidad de muestra U-50



Fisura Transversal



Fisura en Bloque



Hueco



Piel de cocodrilo



Parqueo

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-6



Fisura Transversal



Fisura en Borde



Parcheo



Hueco



Grieta Parabolica

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-10



Fisura Transversal



Fisura en Bloque



Hueco y Fisura Longitudinal



Parqueo



Fisura en Borde

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-14



Parqueo



Fisura Transversal y longitudinal



Exudacion



Piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-18



Fisura en Borde



Hueco y Fisura Transversal



Fisura en Bloque

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-22



Parqueo



Parqueo



Piel de cocodrilo

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-26



Parcheo



Fisura en Borde



Fisura Longitudinal y Piel de cocodrilo

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-30



Fisura en Borde



Parcheo



Hueco

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-34



Parcheo



Fisura Transversal



Piel de cocodrilo



Fisura en Bloque

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-38



Parqueo



Hueco



Fisura Transversal

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-42



Piel de cocodrilo



Parqueo



Parqueo

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-46



Parqueo y Piel de cocodrilo



Fisura Longitudinal

AV. MUNICIPAL – TRAMO B (*sur-norte*) – Unidad de muestra Y-50



Hueco



Hueco



Exudacion



Desprendimiento de Agregados



Parcheo