

Departamento de Posgrados

Maestría en Geomática

Título

FOTOGRAMETRÍA AÉREA PARA IDENTIFICACIÓN DE
FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Título a obtener:

Magister en Geomática

Estudiante:

Julio Andrés Fiallos Iglesias

Director:

Diego Pacheco Prado

Cuenca, Ecuador

2024

DEDICATORIA

A ti, María Bernarda Molina Astudillo, mi compañera incondicional.

Gracias por tu amor, paciencia y apoyo. Tus palabras de ánimo y tu confianza en mí me han dado la fuerza para seguir adelante. Eres mi fuente de inspiración y mi refugio, y sin ti, este logro no habría sido posible.

Este trabajo te lo dedico a ti, porque has estado a mi lado en cada paso, recordándome siempre lo que soy capaz de lograr. Con todo mi amor, este triunfo es nuestro.

AGRADECIMIENTO

A mi novia María Bernarda Molina Astudillo y a mi madre Carmita Leonor Iglesias Salazar.

FOTOGRAMETRÍA AÉREA PARA IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

RESUMEN

La identificación de fallas en pavimentos flexibles suele realizarse mediante inspecciones visuales, un proceso que requiere mucho tiempo y supone un alto costo. En este estudio se compararon dos técnicas para dicha tarea: la fotogrametría aérea y la inspección visual tradicional, ambas con el objetivo de detectar fallas en pavimentos flexibles. Se propuso una metodología basada en la aplicación de filtros morfológicos a ortofotografías aéreas, complementada con algoritmos de clasificación para identificar los daños. Los resultados mostraron que la fotogrametría y la inspección visual coincidieron en un 58% en la detección de fallas como fisuras y parches al considerar toda el área de estudio, con porcentajes de aciertos de entre 33% al 100% según el tramo analizado. Aunque el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) resultó el más adecuado para clasificar todas las fallas, presenta desventajas como su alto costo y los riesgos asociados.

Palabras clave: Pavimento flexible, fotogrametría aérea, filtros a imágenes, identificación fallas.



Julio Andrés Fiallos Iglesias

Autor



Firmado electrónicamente por:
DIEGO FRANCISCO
PACHECO PRADO

Diego Francisco Pacheco Prado

Director de Tesis

AERIAL PHOTOGRAMMETRY FOR FAULT IDENTIFICATION IN FLEXIBLE PAVEMENTS

ABSTRACT

The identification of failures in flexible pavements is usually carried out through visual inspections, a time-consuming and costly process. In this study, two techniques for this task were compared: aerial photogrammetry and traditional visual inspection, both aimed at detecting failures in flexible pavements. A methodology based on the application of morphological filters to aerial orthophotographs was proposed, complemented by classification algorithms to identify the damages. The results showed that photogrammetry and visual inspection agreed 58% of the time in detecting failures such as cracks and patches when considering the entire study area, with accuracy rates ranging from 33% to 100% depending on the section analyzed. Although the Pavement Condition Index (PCI) method proved to be the most suitable for classifying all failures, it has disadvantages such as high cost and associated risks.

Keywords: Flexible pavement, aerial photogrammetry, filters to images, fault identification



Julio Andrés Fiallos Iglesias

Author



firmado electrónicamente por:
DIEGO FRANCISCO
PACHECO PRADO

Diego Francisco Pacheco Prado

Thesis director

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Objetivo General	7
1.2 Objetivos Específicos.....	7
1.3 Estructura De La Tesis.....	7
2. ESTADO DEL ARTE.....	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Zona de estudio.....	10
3.2 Metodología.....	11
3.3 Inspección Visual.....	11
3.4 Fotogrametría aérea y teledetección.....	16
3.4.1 Adquisición de imagen.....	16
3.4.2 Recorte de imagen	16
3.4.3 Selección de banda a ser analizada.....	16
3.4.4 Clasificación no supervisada	17
3.4.5 Aplicación de filtros previa clasificación	17
3.4.6 Clasificación Supervisada.....	18
3.4.7 Aplicación de filtros post clasificación	19
3.4.8 Vectorización de imagen	19
3.4.9 Medición de fallas	19
4. RESULTADOS	20
4.1 Inspección Visual (PCI)	20
4.2 Fotogrametría aérea y teledetección.....	21
4.3. Comparación Inspección Visual con Fotogrametría y Teledetección	21
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	22
5.1 Discusión	22
5.2 Conclusiones	23
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Espectro Electromagnético (López, 2014)	10
Figura 2 Zona De Estudio	10
Figura 3 Metodología.	11
Figura 4 Valor Deducido para Piel de Cocodrilo (Vásquez, 2002).	13
Figura 5 Curva de Corrección (Vásquez, 2002).	15
Figura 6 Imagen Original.....	16
Figura 7 Imagen Recortada.	16
Figura 8 Librería Espectral Fallas Pavimento Flexible (Pachón, 2016)	17
Figura 9 Banda roja original.	17
Figura 10 Dilatación 3x3.	18
Figura 11 Erosión 3x3.	18
Figura 12 Dilatación 3x3 – Erosión 3x3.	18
Figura 13 Imagen clasificada.	19
Figura 14 Imagen clasificada y posteriormente filtrada.	19
Figura 15 Transformación de raster a vector de la imagen clasificada.	19
Figura 16 PCI por Tramos.....	20
Figura 17 Mapa valores PCI.	20
Figura 18 Mapa valores PCI	20
Figura 19 Mapa de fallas pavimento.....	21
Figura 20 Porcentaje de coincidencias.	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Levantamiento campo PCI.....	12
Tabla 2 Valor Deducido.....	14
Tabla 3 Rangos de calificación del PCI (Vásquez, 2002).....	20
Tabla 4 Clasificación por tramos.....	21
Tabla 5 Porcentaje De Aciertos.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Método PCI Área De Estudio.....	29
Anexo 2. PCI Por Tramos.....	31

1. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan de inmediato, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 1990). Debido a ello en la actualidad la mayor parte de información acerca de la condición del pavimento se realiza con métodos tradicionales como son la inspección visual. Los problemas y dificultades que presentan estas metodologías manuales es el tiempo, costo, además de la peligrosidad de llevar al cabo las mismas, debido a que se requiere de ingenieros y auxiliares en campo tomando las medidas y la información de los daños que presentan los segmentos de vía que se desean analizar. Además, se tienen las diferencias de criterios de los ingenieros tanto en la inspección visual de los pavimentos, como en la determinación de la intervención que requiere cada segmento de vía (Ramírez, 2019). Por lo anterior, es necesario proponer nuevas metodologías automatizadas o semiautomatizadas para realizar dicha actividad.

1.1 Objetivo General

Identificar y clasificar fallas en pavimentos flexibles mediante técnicas de fotogrametría aérea.

1.2 Objetivos Especificos

- Investigar el estado del arte de lo referente a la aplicación de fotogrametría aérea para la identificación de fallas en pavimentos flexibles
- Definir el mejor clasificador de imágenes para identificar fallas en pavimentos flexibles
- Obtener el PCI del pavimento flexible estudiado
- Desarrollar una metodología óptima para el levantamiento de fallas en pavimentos flexibles entre la tradicional y la de fotogrametría área

1.3 Estructura De La Tesis

La tesis se divide en cuatro capítulos. El primero presenta el estado del arte; el segundo, los materiales y métodos utilizados; el tercero, los resultados obtenidos y el cuarto, la discusión y conclusiones.

2. ESTADO DEL ARTE

Un pavimento consiste en un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras se apoyan sobre la subrasante de una vía, obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración, y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos producto de las cargas repetidas del tránsito (Montejo Fonseca, 1998). Existen principalmente 4 tipos de pavimentos: rígidos, flexibles, semiflexibles y articulados; siendo los flexibles el objetivo de estudio de esta tesis.

El comportamiento funcional de un pavimento flexible está asociado a la capacidad de brindar una superficie segura y cómoda al usuario. En este contexto, la regularidad (rugosidad

superficial) es la característica predominante (J. Morales, 2004). La regularidad superficial es un fenómeno que depende principalmente del perfil longitudinal de la superficie de la carretera, de las características mecánicas de los vehículos y de la velocidad de circulación de los mismos (Sánchez & Solminihac, 1989).

La evaluación de un pavimento consiste en determinar los daños existentes en el mismo (J. Morales, 2004) y se divide principalmente en: evaluación funcional y estructural. La evaluación funcional consiste en la inspección superficial con el fin de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento (J. Morales, 2004). En la evaluación estructural se busca determinar la capacidad portante del sistema pavimento-subrasante o pavimento-subbase en cualquier instante de su vida de servicio (Hoffman & Del Águila, 1985). Existen cuatro maneras de determinar la capacidad estructural del pavimento: 1) Inspección visual y ensayo de materiales. 2) Ensayos no destructivos (NDT, por sus siglas en inglés). 3) Capacidad estructural basada en la vida remanente y 4) Fotogrametría y LiDAR. En la presente tesis se analizó la inspección visual y la fotogrametría debido a su costo, sin embargo, el resto de las técnicas son muy precisas para el levantamiento de fallas en pavimentos.

Para la inspección visual el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI por sus siglas en inglés) es ampliamente usado, y consiste en un procedimiento para determinar la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo el PCI un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado (Vergara, 2015).

Entre las principales fallas que se presentan en los pavimentos flexibles tenemos:

- **Piel de cocodrilo:** Serie de grietas interconectadas.
- **Exudación:** Película de material bituminoso en la superficie del pavimento
- **Agrietamiento en bloque:** Son grietas interconectadas que dividen al pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares.
- **Abultamientos y Hundimientos:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, mientras que los hundimientos son desplazamientos hacia debajo de la superficie del pavimento.
- **Corrugación:** Es una serie de cimas y depresiones muy próximas.
- **Depresión:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor.
- **Grieta de borde:** Son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0,30 y 0,60 m.
- **Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento Pórtland):** Son reflejos de fallas del pavimento rígido que se encuentra bajo la carpeta asfáltica (se da en el caso de sobrecarpetas: hormigón asfáltico sobre rígido).
- **Grietas longitudinales y transversales:** Son paralelas al eje pavimento.
- **Parqueo y acometidas de servicios públicos:** Es un área de pavimento la cual ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.
- **Pulimiento de agregados:** La adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente.
- **Ahuellamiento:** Es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas.
- **Desplazamiento:** Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento.
- **Grietas parabólicas (Slippage):** Son grietas en forma de medialuna creciente.
- **Hinchamiento:** Se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento.
- **Meteorización/ Desprendimiento de agregado:** Pérdida de la superficie del pavimento.

En la actualidad las técnicas de fotogrametría y procesamiento de imágenes permiten realizar mediciones en sitio, con rápido procesamiento de información y bajo costo (Tello et al., 2021). La fotogrametría puede definirse como la ciencia, el arte y la tecnología para obtener medidas

fiabiles de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante u otros fenómenos (Instituto Geográfico Nacional et al., 2015). La fotogrametría de vehículos aéreos no tripulados (VANT) encontró sus aplicaciones en muchos campos debido al rápido desarrollo tanto del hardware como del software, como sustituto de bajo costo de la fotogrametría aérea tripulada. En varios estudios para evaluación de pavimento flexible con VAN, como los de (Vargas, 2018), (Flórez, 2021), (Vasconcelos et al., 2021), (Peña & Zárate, 2020) se usaron diferentes alturas de vuelo que van desde los 30 hasta los 100 metros, demostrando que los planes de vuelo a menor altitud dieron mejores resultados.

Por otro lado, la captura de imágenes VANT cada 2 segundos detectaron una diferencia entre mediciones visuales y las obtenidas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG) entre 0,17 y 5 cm, con lo cual se demuestra que los SIG mejoran la eficiencia del monitoreo del estado de la carretera (Peña & Zárate, 2020). En función del tamaño de pixel, relacionado con la altura de vuelo, autores como (Cornejo & Valle, 2018), (Vargas, 2018), (Flórez, 2021), (Vasconcelos et al., 2021), lograron identificar fallas en pavimentos flexibles mediante imágenes con tamaños de pixel que van desde los 0,018 a 0,035 m. En los planes de vuelo, (Peña & Zárate, 2020) aplicaron un traslape longitudinal de 75% y uno transversal de 70%; mientras que (Tan & Li, 2019) usaron un traslape longitudinal del 80% y uno transversal del 50%.

Para realizar el proceso automatizado o semiautomatizado de evaluación de pavimentos no solamente es necesario el uso de la Fotogrametría sino también el de la Teledetección. La Teledetección se define como la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores aéreos o espaciales, con ello se asume que entre el suelo y sensor existe una interacción energética, ya sea por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial por emisión propia (Chuvienco, 2008). Para el caso de evaluación de pavimentos flexibles es útil usar sensores aéreos mas no espaciales, para obtener una mejor resolución y permita identificar las fallas presentes.

En función del tipo de sensor usado por los VANT, el uso del sensor RGB (Red-Green-Blue) se destaca en trabajos como (Zhu et al., 2022), (Saad & Tahar, 2019), (Al Quirishee, 2019), (Tan & Li, 2019), (Zhang et al., 2019), (Leonardi et al., 2019), (Inzerillo et al., 2018), (Ersoz et al., 2017), (Yong Jin, 2017), (Cornejo & Valle, 2018), (Vargas, 2018) y (Vasconcelos et al., 2021). Así mismo, otros autores añadieron sensores de tipo infrarrojo a los VANT equipados con RGB, entre los que destacan (Wu et al., 2018) y (Flórez, 2021). Otros trabajos utilizaron sensores de tipo LIDAR (Cruz, 2022) y multiespectrales (Pan et al., 2018).

En los sensores RGB y multiespectrales la radiación electromagnética que puede percibir la visión humana se da en la longitud de onda de 0,4 a 0,7 μm y se denomina espectro visible. Dentro de la misma se diferencian tres bandas, la azul (banda Blue) que va de 0,4 a 0,5 μm , la verde (banda Green) de 0,5 a 0,6 μm y la roja (banda Red) de 0,6 a 0,7 μm . El infrarrojo cercano (banda NIR) va de 0,7 a 1,3 μm , el infrarrojo medio de 1,3 a 8 μm en la que se entremezclan procesos de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre, luego se tiene el infrarrojo lejano o térmico que va de 8 a 14 μm . Por último, están los microondas, radar y ondas de radio que van a partir de 1 mm (López, 2014). El espectro electromagnético es el rango de longitud de onda y frecuencia el cual posee un haz de luz en movimiento a través del espacio, es decir dependiendo de la longitud de onda y la frecuencia entre las crestas que tenga el haz de luz a estudiar, se obtendrá una determinada posición en el espectro (D. Morales & Orozco, 2015), la Figura 1 muestra el espectro electromagnético.

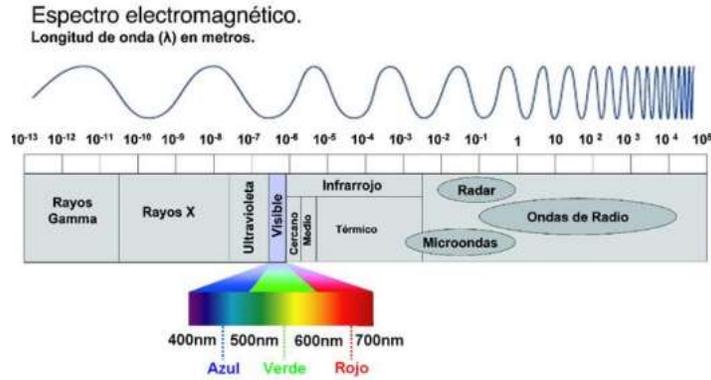


Figura 1 Espectro Electromagnético (López, 2014)

Un proceso de inspección con fotogrametría comúnmente se divide en tres etapas: preprocesamiento, segmentación y clasificación de imagen. La primera mejora la calidad de imagen de entrada para facilitar el análisis y la interpretación en las siguientes etapas. La segunda detecta contornos de objetos y límites entre el objeto y fondo de imagen. La última etapa determina a que categoría pertenece cada conjunto de características (Tello et al., 2021).

A partir de lo expuesto anteriormente, el presente trabajo busca realizar el proceso de identificación de fallas en pavimentos flexibles a partir de fotogrametría aérea y teledetección.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en el país de Ecuador, en la provincia del Azuay, en la ciudad de Cuenca, en la parroquia urbana Huayna Cápac en la avenida 24 de Mayo, en el tramo comprendido entre la intersección con el parqueadero de ingreso a la Universidad del Azuay hasta la calle Las Garzas (Figura 2). Esta zona de avenida posee pavimento flexible, está cercano a la Universidad del Azuay y generalmente presenta fallas.

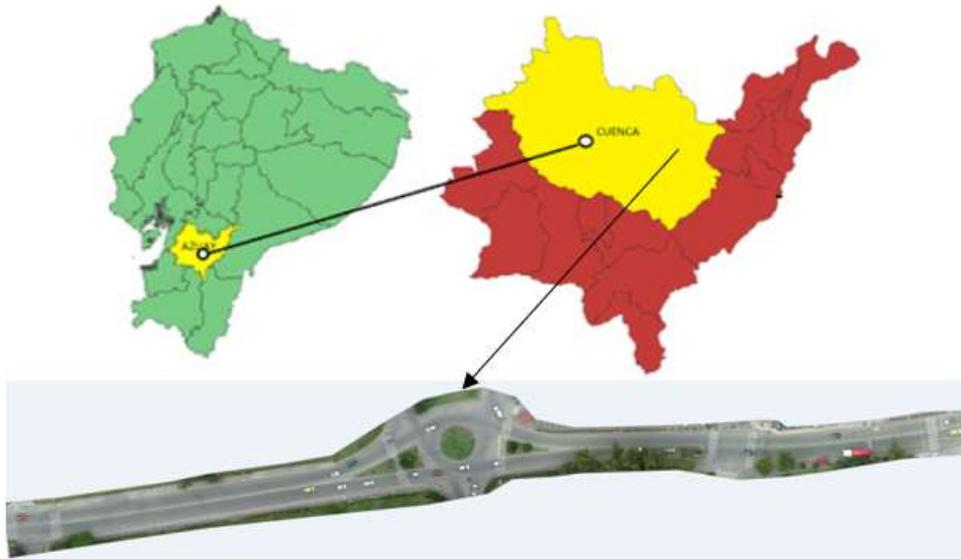


Figura 2 Zona De Estudio

3.2 Metodología

La metodología fue dividida en tres etapas: la primera que corresponde a la metodología tradicional (inspección visual PCI), la segunda la evaluación de fotogrametría y teledetección, y una última etapa donde se comparan las dos metodologías (Figura 3).

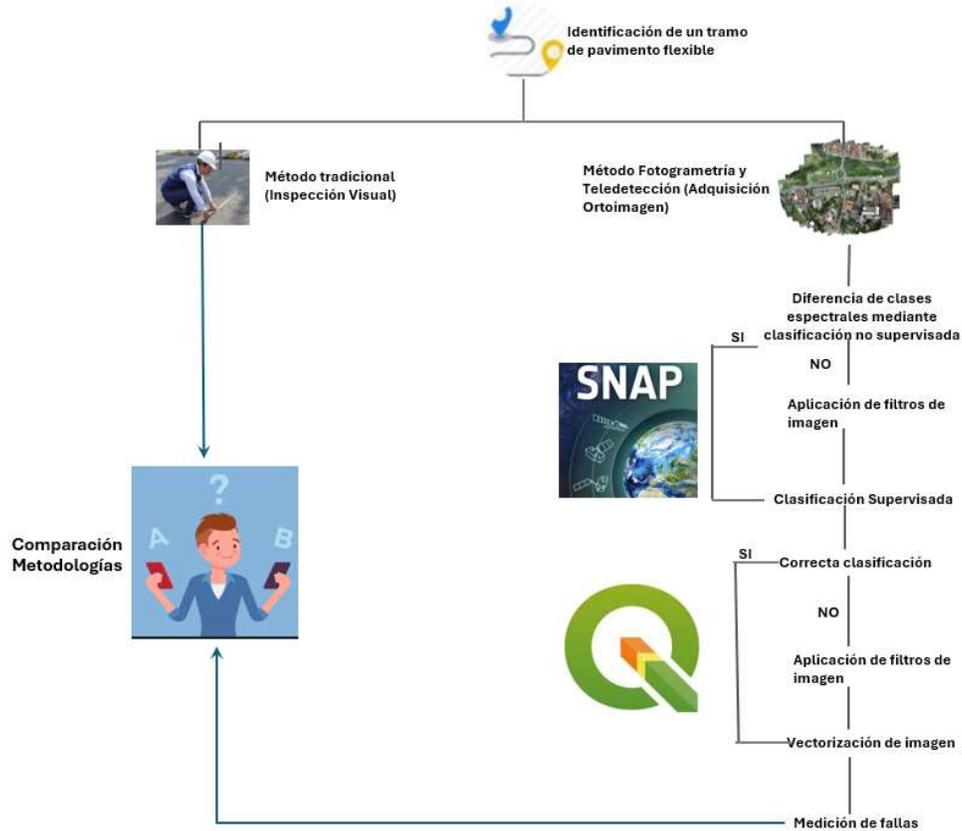


Figura 3 Metodología.

3.3 Inspección Visual

La inspección visual se realizó mediante la metodología "Pavement Condition Index" (PCI) la cual consiste en la identificación de tipos de fallas, su clasificación según el tipo de deterioro y la cantidad o extensión que abarcan los mismos, después se utiliza una fórmula específica que pondera la severidad y cantidad de fallas. Esta información se registró en el formulario indicado en la Tabla 1, obteniéndose los Anexos 1 y 2.

Con el objetivo de realizar un levantamiento de información en campo de manera ordenada y sistemática, se dividió el área de estudio en varios tramos. Es importante señalar que, en vías extensas, el método establece cuántos tramos se deben inspeccionar; sin embargo, en esta tesis se abarcó todos los tramos del área de estudio. El punto de partida fue la intersección de la avenida 24 de Mayo con el ingreso al parqueadero de la Universidad del Azuay.

En cada fila del formulario se describió la falla mediante su número de identificación acompañado por la letra que identifica su severidad, por ejemplo, una falla 7A denota una Grieta de borde (código 7) de severidad **Alta**.

Una vez completada la inspección de campo, la información fue utilizada para obtener el PCI de cada tramo, el cual se basó en los "Valores deducidos" de cada falla de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas. Lo anterior se realizó en 4 etapas (Vásquez, 2002), en hojas de cálculo del software Excel.

Cálculo de los valores deducidos

Con los datos obtenidos en campo se llenaron las hojas de cálculo y se añadió lo siguiente: a) Se totalizó cada tipo de falla y se registró en una columna llamada "TOTAL". b) Se dividió la cantidad de cada falla, entre el área total de la sección de muestreo (este valor corresponde a la "densidad"). c) Se determinó el VALOR DEDUCIDO para cada falla mediante las curvas denominadas "Valor Deducido del Daño". La Tabla 2 muestra el resultado de añadir estos nuevos parámetros a la Tabla 1. La Figura 4 muestra un ejemplo para el caso de la falla "Piel de Cocodrilo", donde "H", "M" y "L" corresponden a la severidad de la falla como "Alta (H)", "Media (M)" y "Baja (L)" respectivamente, en el eje horizontal se ubica la densidad obtenida. Con lo anterior se obtiene en el eje Y el valor deducido.

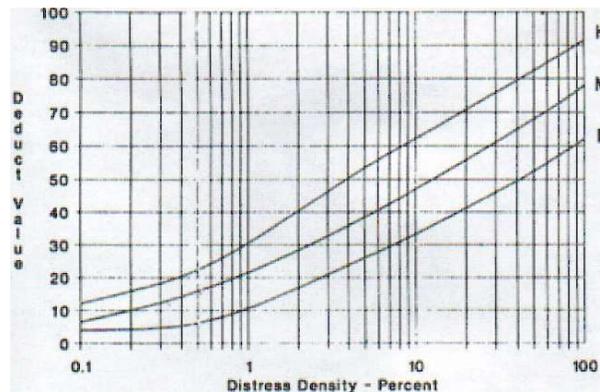


Figura 4 Valor Deducido para Piel de Cocodrilo (Vásquez, 2002).

Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos

A partir de los valores individuales deducidos, se listaron de mayor a menor Para posteriormente determinar el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos”, utilizando la ecuación (1).

$$\text{Numero Máximo Admisible de Valores Deducidos} : m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)(1) \text{ (Vásquez, 2002).}$$

Donde:

HDV_i = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i

m_i = falta indicar en la ecuación que representa m_i

El número de valores individuales deducidos se redujo a m (ecuación 1), en el caso de los tramos que se disponían de menos valores que m , se utilizaron todos los valores.

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”

El Máximo Valor Deducido corregido (CDV por sus siglas en inglés) se determinó mediante el siguiente proceso iterativo

- Se determinó el número de valores deducidos, “ q ”, mayores que 2
- Se determinó el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- Se determinó el CDV con “ q ” y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección (Figura 5).

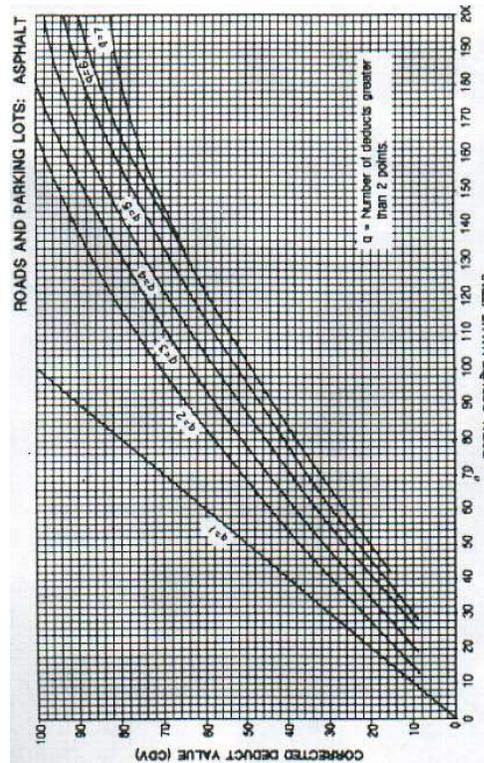


Figura 5 Curva de Corrección (Vásquez, 2002).

- Se redujo al valor de 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2 y se repitieron las etapas “a”. a la “c.” hasta que “ q ” sea igual a 1.

e. El máximo CDV es el mayor de los CDV que se obtuvo en este proceso para cada tramo.

Por último, se calculó el PCI para cada tramo restando de 100 el máximo CDV obtenido (Vásquez, 2002).

3.4 Fotogrametría aérea y teledetección

En esta etapa se explicará el proceso seguido, desde la obtención de la imagen aérea, hasta la clasificación de las fallas en la zona de estudio. En primer lugar, se seleccionó una imagen VANT con tamaño de píxel de 0.027 m ya que cumple con el tamaño de píxel requerido (entre 0,018 y 0,035 m), para posteriormente recortar el área de estudio. Luego, se eligió la banda a analizar y sobre la cual se realizará el proceso de clasificación no supervisada, seguida de la supervisada. Posteriormente, para mejorar la detección de los bordes de las fallas, fue necesario aplicar algunos filtros específicos.

3.4.1 Adquisición de imagen

La imagen seleccionada fue del 8 de febrero de 2023, obtenida del repositorio del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE). La Figura 6 indica la imagen en cuestión, misma que fue procesada de un total de 208 imágenes con una cámara FC6310S, de resolución de 5472x3648, distancia focal de 8.8 mm y sensor RGB de 3 bandas.



Figura 6 Imagen Original.

3.4.2 Recorte de imagen

Posteriormente se recortó de la imagen la zona correspondiente al tramo de vía a evaluar, mediante el software QGIS (Figura 7). Sobre esta zona se realizarán los procesos subsiguientes y por la reducción del área los procesos se ejecutarán en un menor tiempo.



Figura 7 Imagen Recortada.

3.4.3 Selección de banda a ser analizada

La Figura 8 muestra una librería espectral para fallas en pavimentos flexibles, la misma indica las diferencias en los valores de reflectancia para las fallas en pavimentos flexibles (valores de reflectancia vs longitud de onda).

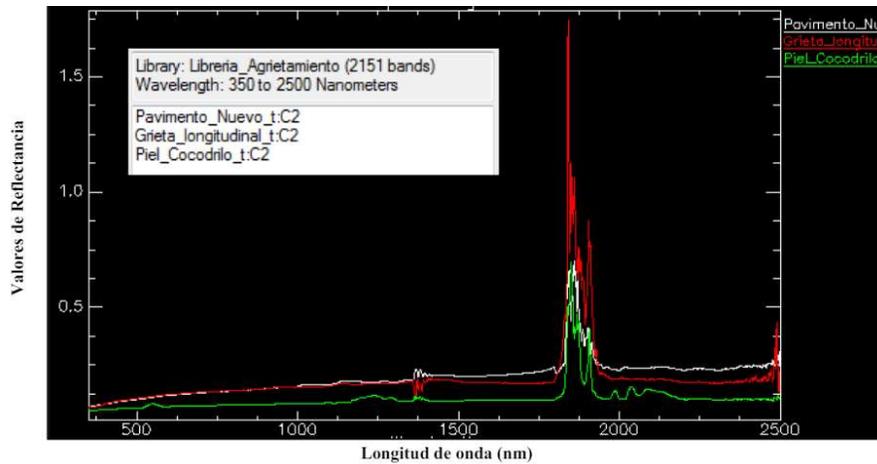


Figura 8 Librería Espectral Fallas Pavimento Flexible (Pachón, 2016) .

3.4.4 Clasificación no supervisada

Sobre la banda roja de la imagen, se aplicó una clasificación no supervisada mediante el algoritmo de clúster de maximización de expectativas (EM Análisis) disponible en el software “SeNtinel Applications Platform” (SNAP). El análisis de conglomerados (clustering) es la clasificación de objetos en diferentes grupos, o más precisamente, la partición de un conjunto de datos en subconjuntos (clases), de modo que los datos de cada subconjunto “idealmente” comparten algún rasgo común. El algoritmo EM implementado en SNAP puede considerarse como una generalización del algoritmo “k-medias” (Braun, 2020). Como parámetros se indicaron 14 clases, 30 iteraciones y 31415 semillas aleatorias.

3.4.5 Aplicación de filtros previa clasificación

Al no obtener resultados satisfactorios en la clasificación no supervisada, es decir, no presentó suficiente diferencia de reflectancia en los píxeles de las fallas para poder ser identificadas, se procedió a realizar un pretratamiento a la banda roja original (Figura 9) de la imagen para resaltar dichas fallas. Para ello se utilizó un filtro morfológico de detección de bordes, que consiste en aplicar a la banda roja original un filtro de dilatación el cual aumenta el tamaño de los objetos o cierra agujeros muy pequeños (Figura 10), así como aplicar a la misma banda un filtro de erosión cuyo efecto es reducir el ruido mediante la eliminación de objetos muy pequeños (Figura 11), para posteriormente restarlas (Ruiz, s. f.) (Figura 12). En ambos casos se usó una matriz (ventana) de 3x3. Cabe indicar que las figuras 9,10,11 y 12 representan una parte del área de estudio para apreciar mejor los detalles luego de la aplicación de los filtros.

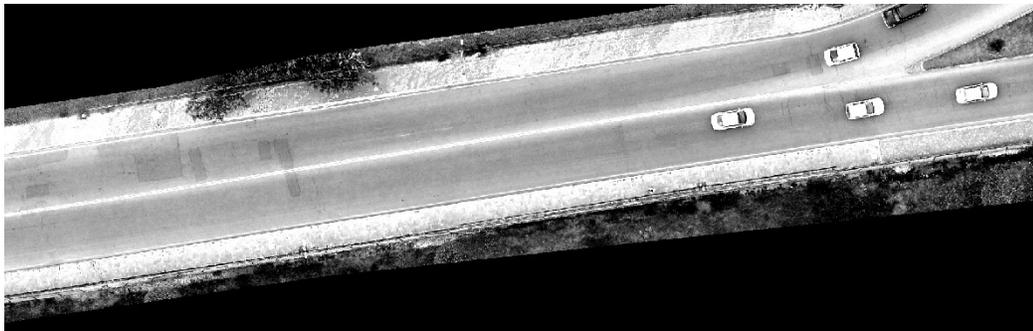


Figura 9 Banda roja original.

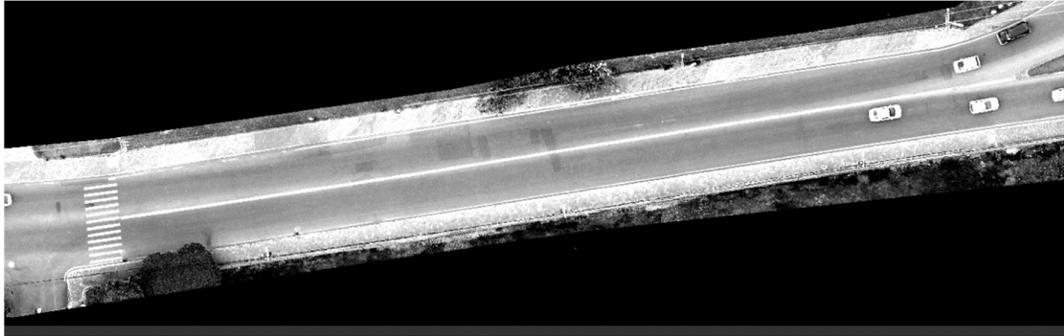


Figura 10 Dilatación 3x3.

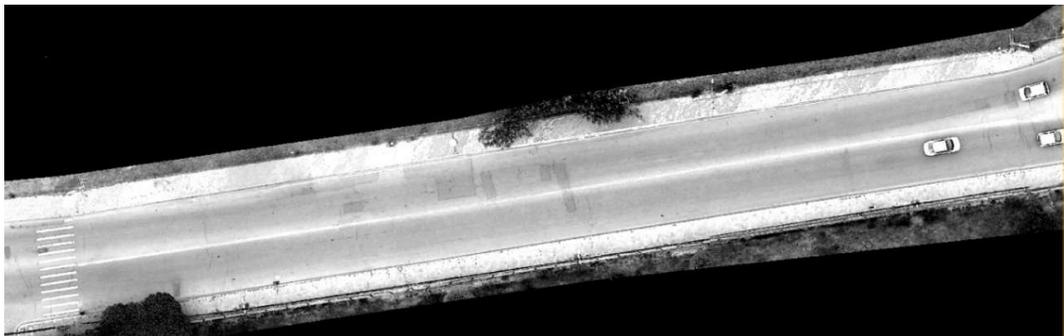


Figura 11 Erosión 3x3.

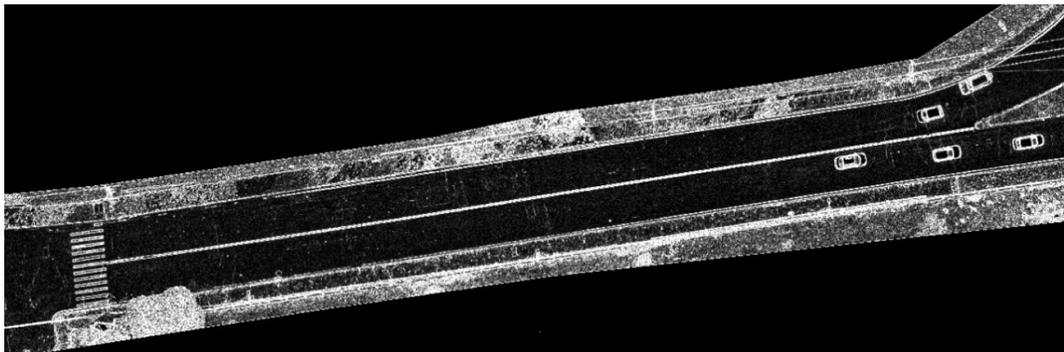


Figura 12 Dilatación 3x3 – Erosión 3x3.

3.4.6 Clasificación Supervisada

En base a la Figura 12 se realizó el proceso de clasificación supervisada para lo cual se dibujaron polígonos 42 de entrenamiento y 16 de validación de pavimento sano y pavimento fallado.

En varios estudios para clasificar fallas en pavimentos flexibles ha dado éxito el método de clasificación de Random Forest (Falcon & Ramon, 2023), (Peng et al., 2020), (Cui et al., 2015), (Pan et al., 2017), (Sylvester Inkoom & Niu, 2019), entre otros. Por lo anterior se aplicó dicho método en la presente tesis para la clasificación supervisada definiendo 500 como número de árboles.

Debido a la similitud de fallas que existen en el pavimento flexible (por su textura y las bandas RGB), se pudo definir solamente dos clases objetivo: la primera de pavimento fallado y segunda de pavimento sano; para realizar la subclasificación del primero se realizaron análisis en los polígonos (es decir análisis en los vectores obtenidos), esto se indica en la sección 3.4.8

3.4.7 Aplicación de filtros post clasificación

En la Figura 13 los píxeles de pavimento con fallas están muy distantes entre sí, por lo que se aplicó a la imagen clasificada tres filtros de erosión: uno de 7x7 y posteriormente dos de 5x5 (Ruiz, s. f.), consiguiendo que se enlazaran los píxeles de las fallas (Figura 14).

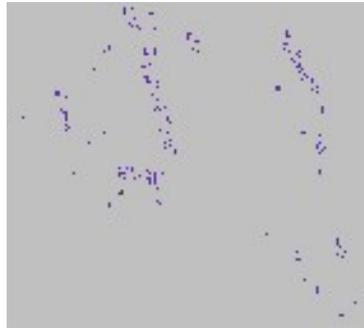


Figura 13 Imagen clasificada.



Figura 14 Imagen clasificada y posteriormente filtrada.

3.4.8 Vectorización de imagen

Una vez clasificados los píxeles, estos fueron vectorizados (Figura 15).

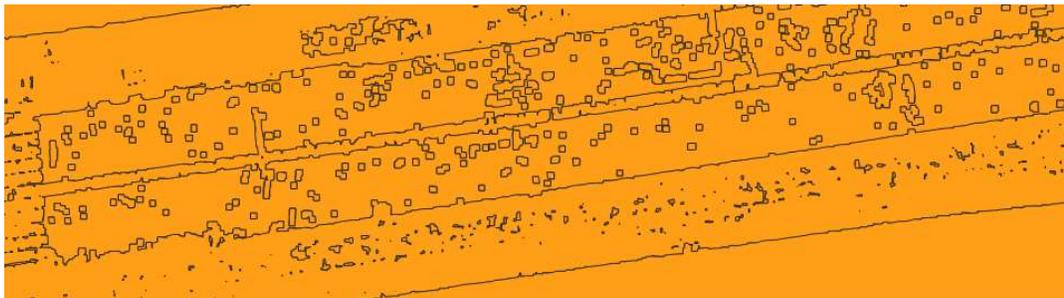


Figura 15 Transformación de raster a vector de la imagen clasificada.

Posterior se eliminaron manualmente los polígonos que conforman los elementos que no son pavimento como: pintura del pavimento, postes, autos, vegetación, etc.

3.4.9 Medición de fallas

A partir de los datos vectoriales obtenidos de la clasificación se calculó el área de cada uno de los polígonos de fallas del pavimento con lo que también se pudo subclasificar ciertas fallas del pavimento como grietas, parches y meteorización. Finalmente se compararon ambas metodologías (inspección visual y fotogrametría aérea – teledetección).

4. RESULTADOS

La sección de resultados presenta resultados de la detección de fallas con las técnicas prevista para posteriormente comparar los resultados. Para ello la zona de estudio fue dividida en 25 tramos, que se analizarán de forma individual.

4.1 Inspección Visual (PCI)

A lo largo de la zona de estudio se presentaron todas las fallas que indica la metodología PCI a excepción de depresión, pulimiento de agregados y desplazamientos. El valor de PCI para toda la zona de estudio fue de 52, que corresponde a una calificación de Regular (Anexo 1). Así también se calculó el PCI para cada tramo como se presenta en la Figura 16 y Figura 17. El cálculo del PCI para cada tramo se presenta en el Anexo 2. Los rangos de calificación del PCI se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3 Rangos de calificación del PCI (Vásquez, 2002).

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

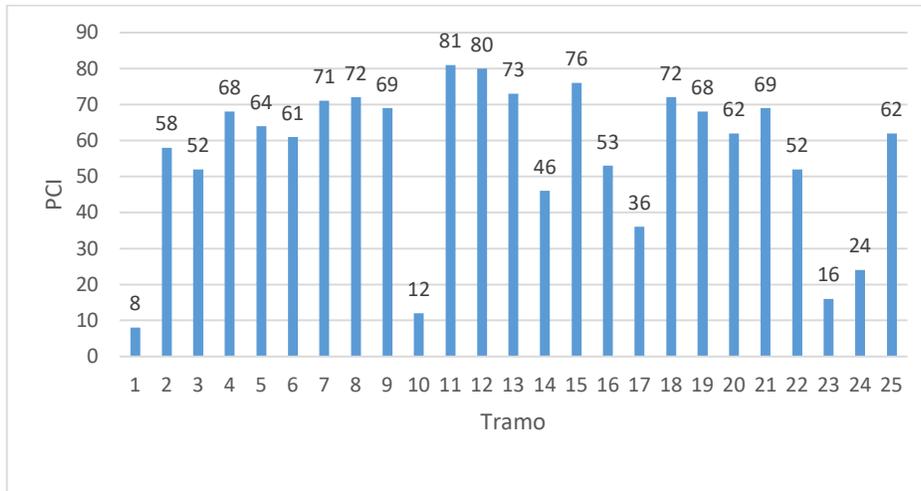


Figura 16 PCI por Tramos.



Figura 17 Mapa valores PCI.

En base a lo anterior se considera que el estado del pavimento de forma general de la zona de estudio tiene una clasificación de Regular mientras que en la Tabla 4 se presenta la clasificación por tramos.

Tabla 4 Clasificación por tramos.

Tramo	Clasificación
1	Fallado
2	Bueno
3	Regular
4	Bueno
5	Bueno
6	Bueno
7	Muy Bueno
8	Muy Bueno
9	Bueno
10	Muy Malo
11	Muy Bueno
12	Muy Bueno
13	Muy Bueno
14	Regular
15	Muy Bueno
16	Regular
17	Malo
18	Muy Bueno
19	Bueno
20	Bueno
21	Bueno
22	Regular
23	Muy Malo
24	Muy Malo
25	Bueno

4.2 Fotogrametría aérea y teledetección

Se pudo observar que se identificaron las fallas correspondientes a baches, fisuras, meteorización y parches con un índice de kappa de 0,81 (Figura 19).

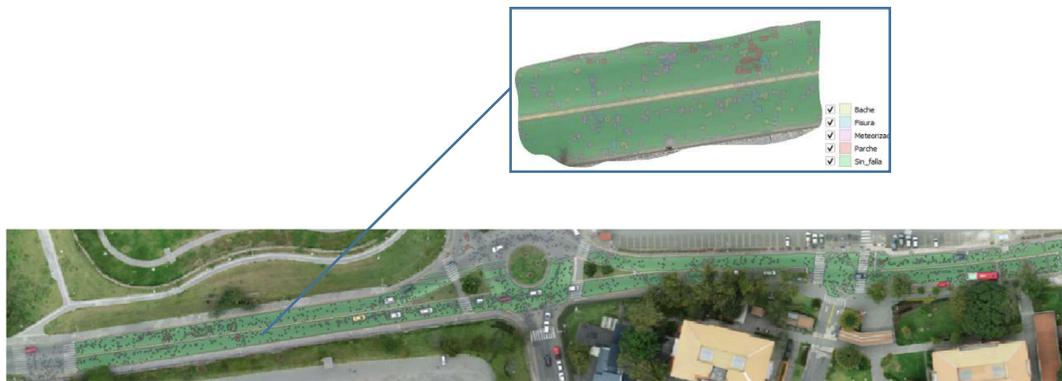


Figura 19 Mapa de fallas pavimento.

En cuanto a las fallas que corresponden a baches y meteorización se comprobó mediante la inspección visual que las mismas se confunden con la falla de exudación, mientras que las fallas de fisuras y parches fueron identificadas de buena manera en la mayoría de los casos, esto se pudo constatar mediante comparación visual con la imagen del tramo de estudio.

4.3. Comparación Inspección Visual con Fotogrametría y Teledetección

Las fallas que se pudieron comprobar entre ambas metodologías fueron las fisuras y parches, donde el porcentaje de aciertos para toda la zona de estudio fue del 58% como se indica en la Tabla 5. En la Figura 20 se presenta los 21 tramos en que se presentaron dichas fallas, así como el porcentaje de coincidencia entre ambas metodologías. Los tramos 5 y 7 son los que presentan menor porcentaje. Lo anterior debido a que son los tramos donde se presenta la mayor cantidad de autos y/o motos que produjeron errores en la clasificación.

Tabla 5 Porcentaje De Aciertos.

Inspección Visual					
Fotogrametría	Tipo de Falla	Fisura	Parche	Comisión	Total
	Fisura	41	0	27	68
	Parche	0	17	6	23
	Omisión	9	0	0	9
	Total	50	17	33	100
	Porcentaje de aciertos	82	100		58

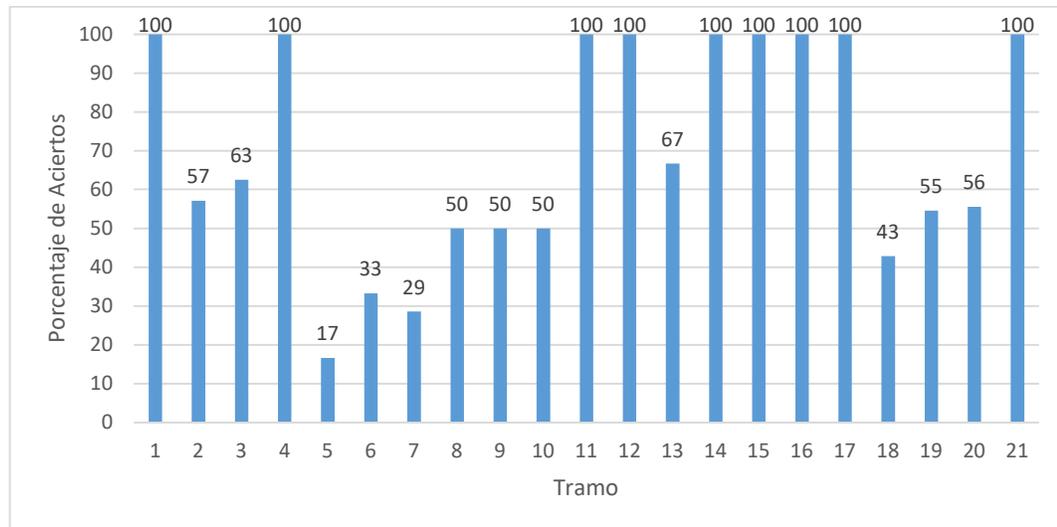


Figura 20 Porcentaje de coincidencias.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1 Discusión

Para mejorar la identificación de fallas de pavimentos flexibles, se empleó la banda roja, de acuerdo con las bibliotecas espectrales desarrolladas por (Pachón, 2016). Es importante destacar que dicha investigación se realizó en Colombia, donde el hormigón asfáltico presenta diferencias significativas en comparación con el utilizado en Ecuador, ello debido a la variación en la calidad del petróleo de ambos países.

Mediante el proceso de clasificación de imágenes, en este trabajo se logró identificar y categorizar diversas fallas en el pavimento, tales como baches, meteorización, fisuras y parches. Cabe destacar que, para las dos últimas, la fiabilidad fue mejor, similar a los resultados obtenidos en los estudios de (Cornejo & Valle, 2018) y (Tello et al., 2021), en los cuales adicionalmente se identificaron fisuras y la denominada falla "piel de cocodrilo".

Inicialmente, se aplicó una clasificación no supervisada, la cual no evidenció una diferenciación suficiente en la reflectancia de los píxeles correspondientes a las fallas, lo que dificultó su identificación.

La clasificación supervisada se realizó mediante el algoritmo *Random Forest*, el cual ha sido exitoso en varios estudios, como los de (Falcon & Ramon, 2023), (Peng et al., 2020), (Cui et al., 2015), (Pan et al., 2018) y (Sylvester Inkoom & Niu, 2019), entre otros. Sin embargo, en el presente trabajo no produjo los resultados esperados, ya que el porcentaje de aciertos en la identificación de fallas fue de apenas el 15 %.

Posterior a la clasificación supervisada, se observó que los píxeles del pavimento con fallas estaban muy dispersos. En respuesta a esto, se aplicaron tres filtros de erosión a la imagen clasificada, lo que permitió mejorar significativamente el porcentaje de aciertos.

En relación con las fallas de tipo fisuras y parches, se alcanzó una fiabilidad global del 58 % en la zona de estudio, resultado comparable con el 56,6 % obtenido por (Zhu et al., 2022).

Asimismo, es importante indicar que la imagen utilizada en este trabajo tiene una diferencia temporal de aproximadamente un año con respecto a la inspección visual. Esta disparidad temporal pudo haber afectado en cierta medida la fiabilidad de los resultados y se debió a la falta de tiempo para realizar un levantamiento de datos actualizado.

Ya que se eliminaron manualmente los polígonos que no son pavimento, se podría realizar una clasificación previa de pavimento/ no pavimento en posteriores trabajos.

5.2 Conclusiones

Dado que se dispone únicamente de las bandas RGB, resulta necesario el uso de filtros previos y posteriores a la clasificación de fallas. Los filtros morfológicos resultaron ser los más eficaces para la identificación, especialmente en el caso de fisuras y parches.

Se observó que los porcentajes de acierto en la identificación de fallas correspondientes a fisuras y parches variaron entre el 33 % y el 100 % en cada tramo. Esta variación se debió, en algunos casos, a la interferencia visual causada por la presencia de árboles que obstruyeron la visibilidad de las fallas en el pavimento. Además, cabe señalar que dos tramos específicos presentaron un porcentaje de acierto inferior al 16 %, debido, entre otros factores, a la presencia de vehículos.

El método de inspección visual *PCI* fue evaluado como el más adecuado para la clasificación de fallas en pavimentos flexibles, ya que permitió identificar todas las fallas. No obstante, este método presenta ciertas desventajas, como su elevado costo y los riesgos asociados a su ejecución.

Se recomienda que, en futuros estudios, se desarrolle una biblioteca espectral específica para el deterioro de pavimentos flexibles en Ecuador, utilizando un espectroradiómetro.

REFERENCIAS

- Al Quirishee, M. (2019). *Low-Cost Deep Learning UAV and Raspberry Pi Solution ton real time pavement condition assessment* [Tesis de maestría, The University of Tennessee at Chattanooga].
<https://scholar.utc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1752&context=theses>
- Braun, A. (2020, octubre). *SAR-based landcover classification with Sentinel-1 GRD products*.
<https://step.esa.int/docs/tutorials/S1TBX%20Landcover%20classification%20with%20Sentinel-1%20GRD.pdf>
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección Ambiental* (Tercera). Ariel.
- Cornejo, E., & Valle, A. (2018). *Metodología para el uso de imágenes de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) para la evaluación de la condición del pavimento en la carretera tramo Huancayo—Izcuchaca km 162+000 al km 163+000*

[Tesis de grado, Ricardo Palma].
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3411>

Cruz, J. (2022). *CÁLCULO DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) A TRAVÉS DE IMÁGENES OBTENIDAS DE UN VEHICULO AÉREO NO TRIPULADO* [Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica].
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/87477/TFG%20Jorge%20Cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cui, L., Qi, Z., Chen, Z., Meng, F., & Shi, Y. (2015). Pavement Distress Detection Using Random Decision Forests. En C. Zhang, W. Huang, Y. Shi, P. S. Yu, Y. Zhu, Y. Tian, P. Zhang, & J. He (Eds.), *Data Science* (pp. 95-102). Springer International Publishing.

Ersoz, A. B., Pekcan, O., & Teke, T. (2017). Crack identification for rigid pavements using unmanned aerial vehicles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 236, 012101. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/236/1/012101>

Falcon, K., & Ramon, N. (2023). *APLICACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON RPA, PARA ANALIZAR LA CALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA LIMACANTA - HUALLAY, TRAMO LAGUNA 7 COLORES - FANTASMA CORDILLERA LA VIUDA* – [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/35622/TESIS%20NILO-FIORELLA_PDF_TOTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flórez, M. (2021). *Evaluación del uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales en el pavimento* [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43154>

Hoffman, M., & Del Águila, P. (1985, octubre). *Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones (ensayos no destructivos)*.
https://www.academia.edu/6082128/ESTUDIOS_DE_EVALUACION_ESTRUCTURAL_DE_PAVIMENTOS_BASADOS_EN_LA_INTERPRETACION_DE_CURVAS_DE_DEFLEXIONES_ENSAYOS_NO_DESTRUCTIVOS

- Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento, & Gobierno de España. (2015). *Curso de teledetección, fotogrametría, Lidar y ocupación del suelo* [Curso].
- Inzerillo, L., Di Mino, G., & Roberts, R. (2018). Image-based 3D reconstruction using traditional and UAV datasets for analysis of road pavement distress. *Automation in Construction*, 96, 457-469. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.010>
- Leonardi, G., Barrile, V., Palamara, R., Suraci, F., & Candela, G. (2019). 3D Mapping of Pavement Distresses Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) System. En F. Calabrò, L. Della Spina, & C. Bevilacqua (Eds.), *New Metropolitan Perspectives* (pp. 164-171). Springer International Publishing.
- López, M. (2014). *Elaboración de un manual de operaciones para la captura de «firmas espectrales» en campo, validada en dos granjas experimentales* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <http://192.188.48.14/bitstream/123456789/20916/1/TESIS.pdf>
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (1990). *IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN PAVIMENTOS Y TÉCNICAS DE REPARACIÓN* (p. 212) [Catálogo]. Departamento de administración y evaluación de pavimentos. <https://www.mopc.gov.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>
- Montejo Fonseca, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (2a ed). Universidad Católica de Colombia.
- Morales, D., & Orozco, Y. (2015). *Colección de firmas espectrales de los deterioros superficiales en estructuras de pavimento rígido en la ciudad de Bogotá* [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. file:///C:/Users/usuario/Downloads/dokumen.tips_coleccin-de-firmas-espectrales-de-los-deterioros-bogot-por-medio-de-la.pdf
- Morales, J. (2004). *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo* [Tesis de grado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/939ab42a-fd28-41f9-b6a2-5aaad4e3a5d6/content>
- Pachón, I. (2016). *Evaluación de la condición de envejecimiento en pavimentos flexibles mediante técnicas de Espectroradiometría y clasificación en imágenes*

multiespectrales [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2776/Pach%20CendalesIndiraPaola2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pan, Y., Zhang, X., Cervone, G., & Yang, L. (2018). Detection of Asphalt Pavement Potholes and Cracks Based on the Unmanned Aerial Vehicle Multispectral Imagery. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 11(10), 3701-3712. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2018.2865528>

Pan, Y., Zhang, X., Sun, M., & Zhao, Q. (2017). OBJECT-BASED AND SUPERVISED DETECTION OF POTHOLE AND CRACKS FROM THE PAVEMENT IMAGES ACQUIRED BY UAV. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W4, 209-217. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W4-209-2017>

Peng, C., Yang, M., Zheng, Q., Zhang, J., Wang, D., Yan, R., Wang, J., & Li, B. (2020). A triple-thresholds pavement crack detection method leveraging random structured forest. *Construction and Building Materials*, 263, 120080. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120080>

Peña, M., & Zárate, B. (2020). *Empleo de VANT para determinar fallas superficiales en pavimentos flexibles*. 17(2). <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6626>

Ramírez, L. (2019). *Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones* [Grado, EIA]. <https://core.ac.uk/download/pdf/232126784.pdf>

Ruiz, L. (s. f.). *Aplicación de filtros morfológicos en imágenes* (p. 11). Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado 24 de mayo de 2024, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/145903/Ruiz%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20filtros%20morfol%C3%B3gicos%20en%20im%C3%A1genes.pdf?sequence=1>

Saad, A. M., & Tahar, K. N. (2019). Identification of rut and pothole by using multirotor unmanned aerial vehicle (UAV). *Measurement*, 137, 647-654. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.01.093>

- Sánchez, I., & Solminihac, H. (1989). *El IRI: un indicador de regularidad superficial*. 6, 17.
- Sylvester Inkoom, A. B., John Sobanjo, & Niu, X. (2019). Prediction of the crack condition of highway pavements using machine learning models. *Structure and Infrastructure Engineering*, 15(7), 940-953. <https://doi.org/10.1080/15732479.2019.1581230>
- Tan, Y., & Li, Y. (2019). UAV Photogrammetry-Based 3D Road Distress Detection. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/ijgi8090409>
- Tello, L., Aguirre, M., Díaz, J. P., & Hernández, F. (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. *TecnoLógicas*, 24(50). <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1686/1811>
- Vargas, C. (2018). *Análisis comparativo de la inspección visual de un pavimento flexible, por los métodos tradicional y por sensores remotos en un kilómetro de la calle séptima en el municipio de Cajica Cundinamarca* [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20509>
- Vasconcelos, R., Fonseca, A., Batista, G., Vinícius, V., Azevedo, B., & Sousa, A. (2021). *Mapeamento de manifestações patológicas em pavimento asfáltico por meio de uso de drones*. 61-72. <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/521>
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras* (p. 90) [Manual]. ingepav ingeniería de pavimentos. <https://sjnnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Vergara, A. (2015). *Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Qichuay—Ingenio del km 0+000 al km 1+000 2014* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/421/TCIV_29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wu, W., Qurishee, M. A., Owino, J., Fomunung, I., Onyango, M., & Atolagbe, B. (2018). Coupling Deep Learning and UAV for Infrastructure Condition Assessment Automation. *2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2018.8656971>
- Yong Jin, J. (2017). *Detection Method for Road Pavement Defect of UAV Imagery Based on Computer Vision*. 35(6), 599-608.

Zhang, L., Xu, W., Zhu, L., Yuan, X., & Zhang, C. (2019). Study on Pavement Defect Detection Based on Image Processing Utilizing UAV. *Journal of Physics: Conference Series*, 1168, 042011. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1168/4/042011>

Zhu, J., Zhong, J., Ma, T., Huang, X., Zhang, W., & Zhou, Y. (2022). Pavement distress detection using convolutional neural networks with images captured via UAV. *Automation in Construction*, 133, 103991. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103991>

ANEXOS

**ANEXO 1: MÉTODO PCI ÁREA DE ESTUDIO
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE**

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Lado:	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 16H03
Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 16H11	Área (m2):	5056,39

1	Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)
2	Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)	
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)	13 Desplazamiento (m2)	
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14 Grieta parabólica (m2)	
5	Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)	15 Hinchamiento (m2)	

Severidad:

Alta=A	Media=M	Baja=B
---------------	----------------	---------------

FALLA	CANTIDAD (m, m2)																							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
2A	100,00																								100,00	1,98	8,00
16B	35,50	81,20	238,44	241,61	234,52	160,97	139,05	199,65	322,69	121,36	202,10	293,41	162,00	162,00	202,10	121,36	322,69	199,65	139,05	160,97	234,52	241,61	162,40	4378,83	86,60	15,00	
11M	0,02																								0,02	0,00	0,00
15M	30,00	16,00																							46,00	0,91	11,00
8M	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	5,85	1,95	1,00	0,40	0,30	0,30	0,30	1,00	0,25	1,00	0,20	0,20	1,00	0,50	1,00	0,30	1,00	34,05	0,67	1,00	
8A	5,00	5,85	6,00	4,00	6,06	5,06	5,50	2,00	1,00	0,30	0,25	15,00	0,20	2,00	2,00	2,00	4,00	2,00	0,50	1,00	2,00	1,00	2,00	74,72	1,48	10,00	
4M	6,00																								6,00	0,12	0,00
2B	197,75	200,66	195,82	160,97	139,05	199,65	322,69	121,36	125,00	162,00	185,00	96,24	105,90	305,00	132,00	43,52	51,10	204,75	138,80					3087,26	61,06	15,00	
9M	3,00	0,15	6,00	7,00	2,00	4,00																			22,15	0,44	6,00
3B	0,09																								0,09	0,00	0,00
11B	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02											0,40	0,01	0,00
9A	0,08	18,92	12,00	8,00	9,00	3,00	50,00	17,00	1,00	3,00	2,00	3,00	25,00	6,00	25,50	1,60									185,10	3,66	32,00
12B	4,00	4,20																							8,20	0,16	2,00
3A	3,00	0,08	18,92	0,09	0,50																				22,59	0,45	3,00
3M	0,06	0,09	0,25																						0,40	0,01	0
12M	1,00																								1,00	0,02	0
9B	8,40	5,00	7,00																						20,40	0,40	0
14M	0,10	0,27	0,06	2,00	2,00	2,00	0,15																		6,58	0,13	3
1M	1,75	1,50	0,80	1,00																					5,05	0,10	6
7B	24,06																								24,06	0,48	1
4A	0,27																								0,27	0,01	0
14A	0,18	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00																			6,18	0,12	5
7M	2,00																								2,00	0,04	0
1A	4,00	0,30																							4,30	0,09	0

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración	Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración	
9A	32	mi	7,24489796	9A	32			9A	32			9A	32			
16B	15	q	7	16B	15	q	6	16B	15	q	5	16B	15	q	4	
2B	15	Valor deducido	97,00	2B	15	Valor deducido	93,00	2B	15	Valor deducido	87,00	2B	15	Valor deducido	79,00	
15M	11	CDV	48	15M	11	CDV	48	15M	11	CDV	45	15M	11	CDV	45	
8A	10			8A	10			8A	10			8A	2			
2A	8			2A	8			2A	2			2A	2			
9M	6			9M	2			9M	2			9M	2			
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración	Falla	Valor Deducido	Sexta	Iteración	Falla	Valor Deducido	Séptima	Iteración				Máx. CDV 48	
9A	32			9A	32			9A	32							PCI 52
16B	15	q	3	16B	15	q	2	16B	2	q	1					
2B	15	Valor deducido	70,00	2B	2	Valor deducido	57,00	2B	2	Valor deducido	44,00					
15M	2	CDV	45	15M	2	CDV	42	15M	2	CDV	44	m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos				
8A	2			8A	2			8A	2			q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2				
2A	2			2A	2			2A	2			CDV: Máximo Valor Deducido Corregido				
9M	2			9M	2			9M	2			PCI: Índice De Condición Del Pavimento				

ANEXO 2 PCI POR TRAMOS									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 1									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Inicio entrada parqueadero UDA	Fin:	Final entrada parqueadero UDA	Lado:	Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 09H42	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 09H54	Área (m2):	100		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A			Media=M				Baja=B		
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
2A	100					100	100,00	71	
16B	35,5					35,5	35,50	10	
11M	0,02					0,02	0,02	0	
15M	30					30	30,00	50	
8M	3	3	2	1	1	3	13,00	20	

TRAMO 1

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2A	71	mi	3,663		2A	71	q	3
15M	50	q	4		15M	50	valor deducido	143
8M	20	Valor Deducido Total	151		8M	20	CDV	92
16B	10	CDV	90		16B	2		
11M	0				11M	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
2A	71	q	2		2A	71	q	1
15M	50	valor deducido	125		15M	2	valor deducido	77
8M	2	CDV	84		8M	2	CDV	77
16B	2				16B	2		
11M	0				11M	0		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	92	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	8	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 2										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Final entrada parqueadero UDA			Fin:	Poste	Lado:	Derecho	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 10H00			Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 10H13		Área (m2):	162,396
1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)		11 Baches (m2)			16 Meteorización (m2)				
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)		12 Ahuellamiento (m2)							
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)		13 Desplazamiento (m2)							
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)		14 Grieta parabólica (m2)							
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)		15 Hinchamiento (m2)							
Severidad:										
Alta=A		Media=M			Baja=B					
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
8M	5,85	1,95	1	0,4		9,2	5,67	12		
8A	5	5,85				10,85	6,68	27		
4M	6					6	3,69	23		
16B	81,198					81,198	50,00	12		

TRAMO 2

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
8A	27	mi	7,704081633		8A	27	q	3
4M	23	q	4		4M	23	Valor Deducido	64
8M	12	Valor Deducido	74		8M	12	CDV	41
16B	12	CDV	42		16B	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
8A	27	q	2		8A	27	q	1
4M	23	Valor Deducido	54		4M	2	Valor Deducido	33
8M	2	CDV	40		8M	2	CDV	33
16B	2				16B	2		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	42	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	58	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 3									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 10H22	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 10H33	Área (m2):	238,44		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A			Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2B	197,75						197,75	82,94	18
16B	238,44						238,44	100,00	20
8A	4						4,00	1,68	11
8M	0,3	0,3	0,3	1	0,25	1	3,15	1,32	2
9M	3						3,00	1,26	10
15M	16						16,00	6,71	30

TRAMO 3

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
15M	30	mi	7,43		15M	30	q	4
16B	20	q	5		16B	20	Valor Deducido	83
2B	18	Valor Deducido Total	91		2B	18	CDV	48
8A	11	CDV	47		8A	11		
9M	10				9M	2		
8M	2				8M	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
15M	30	q	3		15M	30	q	2
16B	20	Valor Deducido	74		16B	20	Valor Deducido	58
2B	18	CDV	48		2B	2	CDV	43
8A	2				8A	2		
9M	2				9M	2		
8M	2				8M	2		
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración					
15M	30	q	1		Máximo CDV	48		
16B	2	Valor Deducido	40					
2B	2	CDV	40		PCI	52		
8A	2				m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
9M	2				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
8M	2				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 4									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 10H41	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 10H50	Área (m2):	241,61		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A		Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
8A	6,00						6,00	2,48	15
2B	200,66						200,66	83,05	18
16B	241,61						241,61	100,00	17
3B	0,09						0,09	0,04	0
8M	0,2						0,20	0,08	0
11B	0,02						0,02	0,01	0

TRAMO 4

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2B	18	mi	8,53		2B	18	q	2
16B	17	q	3		16B	17	Valor deducido	37
8A	15	Valor Deducido Total	50		8A	2	CDV	27
3B	0	CDV	32		3B	0		
8M	0				8M	0		
11B	0				11B	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración					
2B	18	q	1		Máximo CDV	32		
16B	2	Valor deducido	22					
8A	2	CDV	22		PCI	68		
3B	0				m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
8M	0				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
11B	0				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI							
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO TRAMO 5							
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Derecho
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 10H58	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 11H05	Área (m2):	234,52
1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)				
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)					
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)	13 Desplazamiento (m2)					
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14 Grieta parabólica (m2)					
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)	15 Hinchamiento (m2)					
Severidad:							
Alta=A		Media=M			Baja=B		
FALLA	CANTIDAD (m, m2)				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2B	195,82				195,82	83,50	18
16B	234,52				234,52	100,00	17
8A	6,06	5,06			11,12	4,74	22
11B	0,02	0,02			0,04	0,02	0

TRAMO 5

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2B	18	mi	8,53		2B	18	q	2
16B	17	q	3		16B	17	Valor deducido	37
8A	15	Valor Deducido Total	50		8A	2	CDV	27
3B	0	CDV	32		3B	0		
8M	0				8M	0		
11B	0				11B	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración					
2B	18	q	1		Máximo CDV	32		
16B	2	Valor deducido	22					
8A	2	CDV	22		PCI	68		
3B	0				m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
8M	0				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
11B	0				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 6									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Inicio calle Hernán Malo González	Lado:	Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 11H07	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 11H14	Área (m2):	160,97		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A			Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2B	160,97						160,97	100,00	20
16B	160,97						160,97	100,00	17
8M	0,20						0,20	0,12	0
8A	5,5	2	1	0,3			8,80	5,47	24

TRAMO 6

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
8A	24	mi	7,98		8A	24	q	2
2B	20	q	3		2B	20	valor deducido	46
16B	17	Valor Deducido Total	61		16B	2	CDV	34
8M	0	CDV	39		8M	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Máximo CDV	39		
8A	24	q	1					
2B	2	valor deducido	28		PCI	61		
16B	2	CDV	28		m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
8M	0				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 7									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Inicio calle Hernán Malo González	Fin:	Fin de paso cebra hacia parqueadero público 24 de mayo	Lado:	Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 11H22	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 11H26	Área (m2):	139,05		
1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)		11 Baches (m2)		16 Meteorización (m2)				
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)		12 Ahuellamiento (m2)						
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)		13 Desplazamiento (m2)						
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)		14 Grieta parabólica (m2)						
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)		15 Hinchamiento (m2)						
Severidad:									
Alta=A			Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
9M	0,15					0,15	0,11	2	
9A	0,08					0,08	0,06	0	
2B	139,05					139,05	100,00	20	
16B	139,05					139,05	100,00	17	

TRAMO 7

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2B	20	mi	8,35		2B	20	q	1
16B	17	q	2		16B	2	Valor deducido	24
9M	2	Valor Deducido Total	39		9M	2	CDV	24
9A	0	CDV	29		9A	0		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
		Máximo CDV	29		q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
		PCI	71		PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI								
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO TRAMO 8								
Nombre de la avenida:	24 de mayo	Inicio:	Fin de paso cebrá hacia parqueadero público 24 de mayo	Fin:	Poste	Lado:	Derecho	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 11H28	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 11H32	Área (m2):	199,65	
1 Piel de cocodrilo (m2) 6 Depresión (m2) 11 Baches (m2) 16 Meteorización (m2) 2 Exudación (m2) 7 Grietas de borde (m) 12 Ahuellamiento (m2) 3 Agrietamiento en bloque (m2) 8 Grietas longitudinales y transversales (m) 13 Desplazamiento (m2) 4 Abultamientos y hundimientos (m) 9 Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2) 14 Grieta parabólica (m2) 5 Corrugación (m2) 10 Pulimiento de agregados (m2) 15 Hinchamiento (m2)								
Severidad:								
Alta=A		Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
16B	199,65					199,65	100,00	17
2B	199,65					199,65	100,00	20
11B	0,08					0,08	0,04	0

TRAMO 8

Falla	Valor Deducido		Primera	Iteración			
2B	20		mi	8,35			
16B	17		q	2			
11B	0		Valor Deducido Total	37			
			CDV	28		Máximo CDV	28
Falla	Valor Deducido		Segunda	Iteración		PCI	72
2B	20		q	1			
16B	2		Valor Deducido	22			
11B	0		CDV	22			
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos		
					q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2		
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido		
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento		

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 9										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Derecho			
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 11H40	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 11H48	Área (m2):	322,69			
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)			
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)					
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)					
Severidad:										
Alta=A			Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12B	4,00						4,00	1,24	10	
2B	322,69						322,69	100,00	20	
16B	322,69						322,69	100,00	17	
11B	0,02						0,02	0,01	0	
3A	3						3,00	0,93	7	

TRAMO 9

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2B	20	mi	8,35		2B	20	q	3
16B	17	q	4		16B	17	valor deducido	49
12B	10	Valor Deducido	54		12B	10	CDV	31
3A	7	CDV	30		3A	2		
11B	0				11B	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
2B	20	q	2		2B	20	q	1
16B	17	valor deducido	41		16B	2	valor deducido	26
12B	2	CDV	30		12B	2	CDV	26
3A	2				3A	2		
11B	0				11B	0		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	31	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	69	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 10										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste			Fin:	Fin entrada principal UDA		Lado:	Derecho
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 11H51		Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 12H00		Área (m2):	121,36	
1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)							
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)								
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)		13 Desplazamiento (m2)							
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)		14 Grieta parabólica (m2)							
5 Corrugación (m2)	10 Pulimento de agregados (m2)		15 Hinchamiento (m2)							
Severidad:										
Alta=A			Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
16M	121,36					121,36	100,00	43		
2B	121,36					121,36	100,00	20		
11B	0,02	0,02	0,02			0,06	0,05	0		
3M	0,06					0,06	0,05	0		
8A	0,25					0,25	0,21	0		
12M	1					1,00	0,82	17		
9M	6					6,00	4,94	21		
3A	0,08	18,92				19,00	15,66	35		
9A	18,92					18,92	15,59	58		

TRAMO 10

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
9A	58	mi	5		9A	58	q	4
16M	43	q	5		16M	43	valor deducido	159
3A	35	Valor Deducido Total	177		3A	35	CDV	88
9M	21	CDV	88		9M	21		
2B	20				2B	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
9A	58	q	3		9A	58	q	2
16M	43	valor deducido	140		16M	43	valor deducido	107
3A	35	CDV	84		3A	2	CDV	75
9M	2				9M	2		
2B	2				2B	2		
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración		Máximo CDV	88		
9A	58	q	1					
16M	2	valor deducido	66		PCI	12		
3A	2	CDV	66		m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
9M	2				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
2B	2				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 11										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Fin entrada principal UDA			Fin:	Poste	Lado:	Derecho	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 14H19			Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 14H23		Área (m2):	202,10
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)			
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)					
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)					
Severidad:										
Alta=A			Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
16B	202,10					202,10	100,00		17	
9B	8,40					8,40	4,16		8	

TRAMO 11

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
16B	17	mi	8,62		16B	17	q	1
9B	8	q	2		9B	2	valor deducido	19
		Valor Deducido Total	25				CDV	19
		CDV	18					
				Máximo CDV	19			
				PCI	81			
				m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos				
				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2				
				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido				
				PCI: Índice De Condición Del Pavimento				

MÉTODO PCI							
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO TRAMO 12							
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Derecho
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 14H24	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 14H28	Área (m2):	293,41
1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)				
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)					
3 Agrietamiento en bloques (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)	13 Desplazamiento (m2)					
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14 Grieta parabólica (m2)					
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)	15 Hinchamiento (m2)					
Severidad:							
Alta=A	Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
16B	293,41				293,41	100,00	17
11B	0,02	0,02			0,04	0,01	0
2B	125,00				125,00	42,60	11

TRAMO 12

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
16B	17	mi	8,62244898		16B	17	q	1
2B	11	q	2		2B	2	valor deducido	19
11B	0	Valor Deducido Total	28		11B	0	CDV	19
		CDV	20					
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	20	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	80	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 13									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Eje calle las Garzas	Lado:	Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 14H35	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 14H39	Área (m2):	162,00		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A			Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
16B	162,00					162,00	100,00	17	
9M	7,00					7,00	4,32	20	
11B	0,08					0,08	0,05	0	

TRAMO 13

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
9M	20	mi	8,35		9M	20	q	1
16B	17	q	2		16B	2	valor deducido	22
11B	0	Valor Deducido Total	37		11B	0	CDV	22
		CDV	27					
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	27	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	73	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE

HOJA DE REGISTRO TRAMO 14

Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Eje calle las Garzas	Fin:	Poste	Lado:	Izquierdo
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 14H41	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 14H45	Área (m2):	162,00

1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)	
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)	13 Desplazamiento (m2)	
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14 Grieta parabólica (m2)	
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)	15 Hinchamiento (m2)	

Severidad:

Alta=A		Media=M				Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
16B	162,00					162,00	100,00	17	
2B	162,00					162,00	100,00	20	
8A	15,00					15,00	9,26	32	
3A	0,09					0,09	0,06	0	
14M	0,1					0,10	0,06	0	

TRAMO 14

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
8A	32	mi	7,24		8A	32	q	1
2B	20	q	3		2B	20	valor deducido	54
16B	17	Valor Deducido Total	69		16B	2	CDV	54
3A	0	CDV	44		3A	0		
14M	0				14M	0		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	54	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	46	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 15										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste			Fin:	Poste		Lado:	Izquierdo
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 14H48			Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 14H52		Área (m2):	293,41
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)			
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)					
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)					
Severidad:										
Alta=A			Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
14M	0,27					0,27	0,09	0		
2B	185,00					185,00	63,05	14		
8A	0,20					0,20	0,07	0		
1M	1,75					1,75	0,60	18		

TRAMO 15

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
1M	18	mi	8,53	1M	18	q	1
2B	14	q	2	2B	2	valor deducido	20
14M	0	Valor Deducido Total	32	14M	0	CDV	20
8A	0	CDV	24	8A	0		
				m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	24	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2		
				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	76	PCI: Índice De Condición Del Pavimento		

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 16										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste			Fin:	Fin entrada principal UDA	Lado:	Izquierdo	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 14H53			Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 14H59		Área (m2):	202,10
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)			
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)					
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)					
Severidad:										
Alta=A			Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
7B	24,06					24,06	11,90	5		
2B	96,24					96,24	47,62	11		
16B	202,10					202,10	100,00	17		
12B	4,20					4,20	2,08	13		
9A	12					12,00	5,94	39		

TRAMO 16

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
9A	39	mi	6,60		9A	39	q	4
16B	17	q	5		16B	17	valor deducido	82
12B	13	Valor Deducido Total	85		12B	13	CDV	47
2B	11	CDV	44		2B	11		
7B	5				7B	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
9A	39	q	3		9A	39	q	2
16B	17	valor deducido	73		16B	17	valor deducido	62
12B	13	CDV	47		12B	2	CDV	46
2B	2				2B	2		
7B	2				7B	2		
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración		Máximo CDV	47		
9A	39	q	1					
16B	2	valor deducido	47		PCI	53		
12B	2	CDV	47		m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
2B	2				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
7B	2				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 17										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Fin entrada principal UDA			Fin:	Poste	Lado:	Izquierdo	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H10		Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 15H17		Área (m2):	121,36	
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)			
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)					
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)					
Severidad:										
Alta=A			Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
2B	105,90					105,90	87,26	18		
4A	0,27					0,27	0,22	20		
9A	8,00					8,00	6,59	41		
16B	121,36					121,36	100,00	17		
8A	2					2,00	1,65	11		
14A	0,18					0,18	0,15	6		

TRAMO 17

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
9A	41	mi	6,42		9A	41	q	5
4A	20	q	6		4A	20	valor deducido	109
2B	18	Valor Deducido	113		2B	18	CDV	57
16B	17	CDV	60		16B	17		
8A	11				8A	11		
14A	6				14A	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
9A	41	q	4		9A	41	q	3
4A	20	valor deducido	100		4A	20	valor deducido	85
2B	18	CDV	64		2B	18	CDV	55
16B	17				16B	2		
8A	2				8A	2		
14A	2				14A	2		
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración		Falla	Valor Deducido	Sexta	Iteración
9A	41	q	2		9A	41	q	1
4A	20	valor deducido	69		4A	2	valor deducido	51
2B	2	CDV	50		2B	2	CDV	51
16B	2				16B	2		
8A	2				8A	2		
14A	2				14A	2		
			Máximo CDV	64	m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			PCI	36	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
	PCI: Índice De Condición Del Pavimento				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			

MÉTODO PCI							
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO TRAMO 18							
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Izquierdo
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H18	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 15H24	Área (m2):	322,69
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)		
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)		
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)		
Severidad:							
Alta=A		Media=M			Baja=B		
FALLA	CANTIDAD (m, m2)				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
16B	322,69				322,69	100,00	17
2B	305,00				305,00	94,52	19
7M	2,00				2,00	0,62	4
11B	0,02				0,02	0,01	0
8M	1	0,5			1,50	0,46	0
14M	0,06				0,06	0,02	0

TRAMO 18

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2B	19	mi	8,44		2B	19	q	2
16B	17	q	3		16B	17	valor deducido	38
7M	4	Valor Deducido Total	40		7M	2	CDV	28
11B	0	CDV	24		11B	0		
8M	0				8M	0		
14M	0				14M	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración					
2B	19	q	1		Máximo CDV	28		
16B	2	valor deducido	23		PCI	72		
7M	2	CDV	23		m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
11B	0				q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
8M	0				CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
14M	0				PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 19									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Fin de paso cebrá hacia parqueadero público 24 de mayo	Lado:	Izquierdo		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H26	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 15H29	Área (m2):	199,65		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A			Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
2B	132,00					132,00	66,12	15	
16B	199,65					199,65	100,00	17	
14M	2,00	2				4,00	2,00	18	

TRAMO 19

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
14M	18	mi	8,53		14M	18	q	2
16B	17	q	3		16B	17	valor deducido	37
2B	15	Valor Deducido Total	50		2B	2	CDV	28
		CDV	32					
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Máximo CDV	32		
14M	18	q	1					
16B	2	valor deducido	22		PCI	68		
2B	2	CDV	22					
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
					q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI								
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO TRAMO 20								
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Fin de paso cebra hacia parqueadero público 24 de mayo	Fin:	Inicio calle Hernán Malo González	Lado:	Izquierdo	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H31	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 15H35	Área (m2):	139,05	
1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)					
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)						
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)	13 Desplazamiento (m2)						
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14 Grieta parabólica (m2)						
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)	15 Hinchamiento (m2)						
Severidad:								
Alta=A		Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1M	1,50					1,50	1,08	23
16B	139,05					139,05	100,00	17
8A	2,00	2				4,00	2,88	17
2B	43,52					43,52	31,30	8

TRAMO 20

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
1M	23	mi	8,07		1M	23	q	3
16B	17	q	4		16B	17	valor deducido	59
8A	17	Valor Deducido Total	65		8A	17	CDV	38
2B	8	CDV	36		2B	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
1M	23	q	2		1M	23	q	1
16B	17	valor deducido	44		16B	2	valor deducido	29
8A	2	CDV	33		8A	2	CDV	29
2B	2				2B	2		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	38	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	62	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI								
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO TRAMO 21								
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Inicio calle Hernán Malo González	Fin:	Poste	Lado:	Izquierdo	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H37	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 15H41	Área (m2):	160,97	
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)	
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)			
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)			
Severidad:								
Alta=A		Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2B	51,10					51,10	31,75	8
16B	160,97					160,97	100,00	17
14M	2,00					2,00	1,24	13
8A	4					4,00	2,49	16
8M	1					1,00	0,62	1

TRAMO 21

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
16B	17	mi	8,62		16B	17	q	3
8A	16	q	4		8A	16	valor deducido	49
14M	13	Valor Deducido Total	55		14M	13	CDV	31
2B	8	CDV	30		2B	2		
8M	1				8M	1		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
16B	17	q	2		16B	17	q	1
8A	16	valor deducido	38		8A	2	valor deducido	24
14M	2	CDV	28		14M	2	CDV	24
2B	2				2B	2		
8M	1				8M	1		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	31	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	69	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE

HOJA DE REGISTRO TRAMO 22

Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Izquierdo
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H42	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 15H48	Área (m2):	234,52

1 Piel de cocodrilo (m2)	6 Depresión (m2)	11 Baches (m2)	16 Meteorización (m2)
2 Exudación (m2)	7 Grietas de borde (m)	12 Ahuellamiento (m2)	
3 Agrietamiento en bloque (m2)	8 Grietas longitudinales y transversales (m)	13 Desplazamiento (m2)	
4 Abultamientos y hundimientos (m)	9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14 Grieta parabólica (m2)	
5 Corrugación (m2)	10 Pulimiento de agregados (m2)	15 Hinchamiento (m2)	

Severidad:

Alta=A		Media=M				Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
16B	234,52					234,52	100,00	17	
8A	2,00					2,00	0,85	6	
9M	2,00					2,00	0,85	8	
1A	4					4,00	1,71	38	
3A	0,5					0,50	0,21	2	
14A	1					1,00	0,43	11	
8M	0,3					0,30	0,13	0	

TRAMO 22

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
1A	38	mi	6,69	1A	38	q	4
16B	17	q	5	16B	17	valor deducido	78
14A	11	Valor Deducido	82	14A	11	CDV	44
9M	8	CDV	47	9M	8		
8A	6			8A	2		
3A	2			3A	2		
8M	0			8M	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
1A	38	q	3	1A	38	q	2
16B	17	valor deducido	72	16B	17	valor deducido	63
14A	11	CDV	46	14A	2	CDV	47
9M	2			9M	2		
8A	2			8A	2		
3A	2			3A	2		
8M	0			8M	0		
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración	Máximo CDV	48		
1A	38	q	1				
16B	2	valor deducido	48	PCI	52		
14A	2	CDV	48				
9M	2			m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
8A	2			q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
3A	2			CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
8M	0			PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI								
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO TRAMO 23								
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:	Izquierdo	
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 15H52	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 16H00	Área (m2):	241,61	
1 Piel de cocodrilo (m2)	241,61	6 Depresión (m2)		11 Baches (m2)		16 Meteorización (m2)		
2 Exudación (m2)		7 Grietas de borde (m)		12 Ahuellamiento (m2)				
3 Agrietamiento en bloque (m2)		8 Grietas longitudinales y transversales (m)		13 Desplazamiento (m2)				
4 Abultamientos y hundimientos (m)		9 Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)		14 Grieta parabólica (m2)				
5 Corrugación (m2)		10 Pulimiento de agregados (m2)		15 Hinchamiento (m2)				
Severidad:								
Alta=A	Media=M			Baja=B				
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
16B	241,61					241,61	100,00	17
2B	204,75					204,75	84,75	18
8M	1,00					1,00	0,41	0
11B	0,02					0,02	0,01	0
9A	9	3	50	17	1	80,00	33,11	74
14A	1	2	1	1		5,00	2,07	31
1A	0,3					0,30	0,12	13

TRAMO 23

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
9A	74	mi	3		9A	74	q	2
14A	31	q	3		14A	31	valor deducido	107
2B	18	Valor Deducido Total	123		2B	2	CDV	75
		CDV	84					
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración					
9A	74	q	1		Máximo CDV	84		
14A	2	valor deducido	78					
2B	2	CDV	78		PCI	16		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
					q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
					PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO TRAMO 24										
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Poste	Lado:		Derecho		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 (6 MIN)	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 (6MIN)	Área (m2):			238,44	
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)			
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parqueo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)					
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)					
Severidad:										
Alta=A	Media=M			Baja=B						
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
9A	3,00	2	3	25	6	25,5	1,6	66,10	27,72	70
1M	0,80	1						1,80	0,75	19
8A	0,5	1	2	1				4,50	1,89	12
14M	0,15							0,15	0,06	0
5M	1							1,00	0,42	10
3M	0,09	0,25						0,34	0,14	0
9M	4							4,00	1,68	12
4M	4							4,00	1,68	16

TRAMO 24

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
9A	70	mi	4		9A	70	q	3
1M	19	q	4		1M	19	valor deducido	107
4M	16	Valor Deducido	117		4M	16	CDV	68
8A	12	CDV	73		8A	2		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración		Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
9A	70	q	2		9A	70	q	1
1M	19	valor deducido	93		1M	2	valor deducido	76
4M	2	CDV	67		4M	2	CDV	76
8A	2				8A	2		
					m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
			Máximo CDV	76	q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
					CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
			PCI	24	PCI: Índice De Condición Del Pavimento			

MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO TRAMO 25									
Nombre de la avenida:	24 de Mayo	Inicio:	Poste	Fin:	Final entrada parqueadero UDA	Lado:	Izquierdo		
Ejecutor:	Julio Fiallos	Fecha y Hora Inicio:	09/04/2024 16H03	Fecha y Hora Fin:	09/04/2024 16H11	Área (m2):	162,396		
1	Piel de cocodrilo (m2)	6	Depresión (m2)	11	Baches (m2)	16	Meteorización (m2)		
2	Exudación (m2)	7	Grietas de borde (m)	12	Ahuellamiento (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	8	Grietas longitudinales y transversales (m)	13	Desplazamiento (m2)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)	9	Parcheo y acometidas de servicios públicos (m2)	14	Grieta parabólica (m2)				
5	Corrugación (m2)	10	Pulimiento de agregados (m2)	15	Hinchamiento (m2)				
Severidad:									
Alta=A			Media=M			Baja=B			
FALLA	CANTIDAD (m, m2)					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
2B	138,8					138,8	85,47	17	
16B	162,396					162,396	100,00	17	
8M	3	1,5				4,5	2,77	17	
9B	5	7				12	7,39	13	
11B	0,02					0,02	0,01	0	
8A	2					2	1,23	10	

TRAMO 25

Falla	Valor Deducido	Primera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Segunda	Iteración
2B	17	mi	8,62	2B	17	q	4
16B	17	q	5	16B	17	Valor Deducido	66
8M	17	Valor Deducido Total	74	8M	17	CDV	37
9B	13	CDV	38	9B	13		
8A	10			8A	2		
11B	0			11B	0		
Falla	Valor Deducido	Tercera	Iteración	Falla	Valor Deducido	Cuarta	Iteración
2B	17	q	3	2B	17	q	2
16B	17	Valor Deducido	55	16B	17	Valor Deducido	40
8M	17	CDV	35	8M	2	CDV	30
9B	2			9B	2		
8A	2			8A	2		
11B	0			11B	0		
Falla	Valor Deducido	Quinta	Iteración				
2B	17	q	1	Máximo CDV	38		
16B	2	Valor Deducido	25				
8M	2	CDV	25	PCI	62		
9B	2			m: Número Máximo Admisible De Valores Deducidos			
8A	2			q: Número De Valores Deducidos Mayores Que 2			
11B	0			CDV: Máximo Valor Deducido Corregido			
				PCI: Índice De Condición Del Pavimento			