



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la
Av. Don Bosco - Piura usando drones**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Carlos David Fiestas León

Fabián Giuseppe Merino Rodríguez

Asesor:
Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas

Piura, enero de 2020



Dedicatoria

A Dios, por nunca dejarme solo y darme siempre la fuerza para cumplir todos mis objetivos.

A mi madre, por su entrega de amor, sus grandes consejos y motivaciones para nunca rendirme; y siempre confiar en mí.

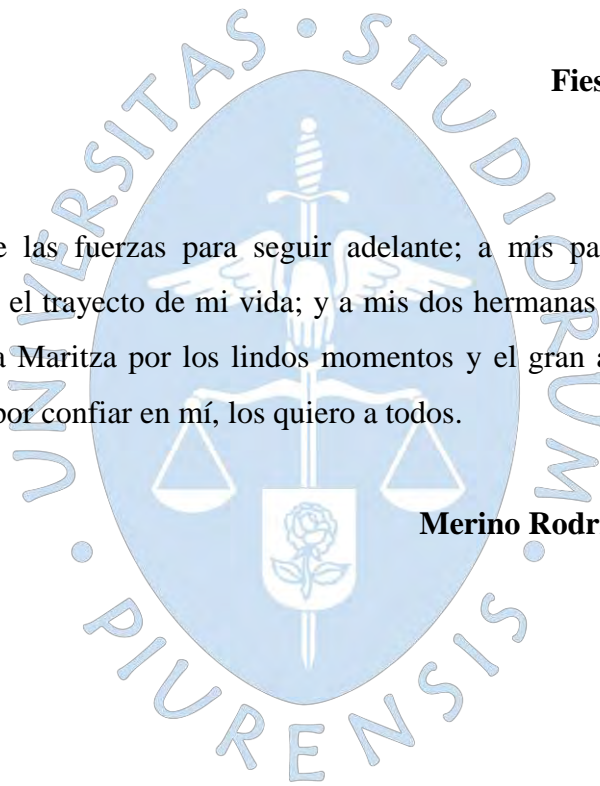
A mi padre, por su lucha de cada día para tener los medios necesario y poder lograr mis sueños.

A mis dos amadas tías Sandra León y Alejandrina León por sus apoyos incondicionales en toda esta trayectoria.

Fiestas León, Carlos David

A Dios por darme las fuerzas para seguir adelante; a mis padres, mi adoración, por brindarme lo mejor en el trayecto de mi vida; y a mis dos hermanas por formar parte de esta linda familia. A mi tía Maritza por los lindos momentos y el gran amor que nos regaló, un beso al cielo. Gracias por confiar en mí, los quiero a todos.

Merino Rodríguez, Fabián Giuseppe





Agradecimiento

A nuestro asesor Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas, a los doctores ingenieros Justo Ernesto Oquelis Cabredo y Carlos Jahel Ojeda Díaz, y al Rvdo. P. Alberto Garnique de la Barrera; por sus consejos, motivaciones e importantes colaboraciones en el desarrollo de esta tesis.





Resumen Analítico-Informativo

Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco - Piura usando drones.

Carlos David Fiestas León, Fabián Giuseppe Merino Rodríguez

Asesor(es): **Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas**

Tesis.

Título de Ingeniero Civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, Enero de 2020

Palabras claves: Pavimento, PCI, drone, fallas, reparación

Introducción: La presente tesis tiene como objetivo determinar el estado del pavimento flexible en la Av. Don Bosco, donde 2054 m de pista será evaluada haciendo uso del método del PCI e implementando el drone para agilizar procesos de inspección. Asimismo, se identificará las fallas encontradas y se dará alternativas de mantenimiento y reparación.

Metodología: Para la evaluación del tramo seleccionado se le dividió en 2 calzadas, donde cada calzada presentaba 3 tramos de inspección y cada tramo se dividía en unidades de muestra. Mediante el vuelo del drone, se realizó la toma de imágenes de la vía que posteriormente son llevadas a un procesamiento para una inspección visual en gabinete, logrando identificar las fallas. De esta manera, con la información obtenida se determinó un valor de PCI promedio para cada tramo de inspección e igualmente para cada calzada.

Resultados: El tramo seleccionado en la Av. Don Bosco presenta un PCI ponderado igual a 68 (calzada 1 y calzada 2), lo que corresponde a un estado de pavimento flexible bueno.

Conclusiones: Se constató que en la calzada 1 se debe aplicar reparaciones para elevar su PCI, puesto que se encontraron varias fallas estructurales que son las que más afectan al pavimento y la gran mayoría presentan un valor de deducción (VD) elevado; y que la calzada 2 se encuentra apropiada para el tránsito vehicular (sus fallas contaban con un VD muy bajo y cada unidad de muestra en excelentes condiciones).

Fecha de elaboración del resumen: 31 de Enero de 2020

Analytical-Informative Summary

Calculation of the flexible pavement condition index in Don Bosco Av. - Piura, using drones.

Carlos David Fiestas León, Fabián Giuseppe Merino Rodríguez

Advisor: Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas

Thesis.

Civil engineer degree

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, January, 2020

Keywords: Pavement, PCI, drone, failures, repair.

Introduction: This thesis aims at determining the state of the flexible pavement in Don Bosco Avenue, where 2054 m will be evaluated by the PCI method, and the drone will be implemented to expedite inspection processes. Likewise, the failures found will be identified and maintenance and repair alternatives will be given.

Methodology: For the evaluation of the selected stretch, it was divided in 2 driveways, where each one of them presented 3 stretches of inspection, and each stretch was divided in sample units. Through the drone's flight, pictures of the via were taken, and these were later taken to a processing for a visual inspection in the cabinet, achieving to identify failures. This way, with the obtained information, a mean PCI value was determined for each inspection stretch, and for each driveway.

Results: The selected stretch in Don Bosco Avenue presents a weighted PCI of 68 (driveways 1 and 2), which corresponds to a good flexible pavement state.

Conclusions: It was found that in driveway 1 repairs must be applied in order to increase the PCI, since several structural failures were found, which are the ones that affect the pavement the most, and most of them presents a deduction value (VD) elevated, and that driveway 2 was appropriate for the vehicular traffic (it's failures had a very low VD, and each sample unit was in excellent conditions).

Summary date: January 31th, 2020

Prólogo

La red vial en el Perú es tema de preocupación diaria para muchos de los habitantes, pues en ella se presentan molestias por un excesivo tránsito, el déficit de señalización y el mal estado de los pavimentos. Este último se enfatiza en la ciudad de Piura, debido al daño que produjo el Fenómeno El Niño Costero en el 2017; por lo que hasta la fecha existen vías sin reparar, que llegan a afectar incluso la calidad de vida del usuario.

Frente a dicha realidad es necesaria una pronta reparación del pavimento dañado de las vías para otorgar confort en los viajes de los usuarios, por lo que es necesario analizar el comportamiento del pavimento y los daños que en él se presenten para determinar el tratamiento adecuado y evitar gastos innecesarios.

Una técnica muy aplicada para conocer el comportamiento del pavimento es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o también denominado “Metodología del PCI” (*Pavement Condition Index*); en el cual, mediante inspecciones visuales en campo, se puede determinar el tipo, cantidad y severidad de fallas encontradas en pavimentos flexibles o rígidos; concluyendo así el estado en que se encuentran. Además, este método plantea alternativas de reparación para cada falla encontrada.

En aplicación del método indicado en el párrafo anterior, esta investigación se llevó a cabo para determinar el estado en que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Don Bosco (ex- Av. Circunvalación) de la ciudad de Piura, la que se seleccionó por ser una de las vías principales que une en toda su longitud los distritos de Piura, Veintiséis de Octubre y Castilla. Para ello, se tuvo en cuenta el uso de la tecnología mediante la utilización de vehículos aéreos no tripulados (VANT'S o drones); donde la inspección visual en campo se llevó a gabinete; esto con el fin de reducir largos tiempos de trabajo en campo e incentivar futuras inspecciones en la red vial del Perú.

De esta manera, se presenta la tesis titulada: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco – Piura usando drones”.



Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo 1. Marco Teórico	3
1. Pavimentos.....	3
1.1. Conceptos básicos	3
1.2. Clases.....	4
1.3. Pavimentos urbanos flexibles	6
1.4. Concepto de performance.....	8
2. Tecnología del vehículo aéreo no tripulado.....	13
2.1. Conceptos básicos	13
2.2. Características principales.....	14
2.3. Utilidad y funciones	16
2.4. Ventajas y desventajas.....	16
Capítulo 2. Fallas en pavimentos flexibles	17
1. Concepto de falla.....	17
2. Niveles de severidad de falla.....	17
3. Tipos de fallas en pavimentos flexibles.....	18
3.1. Fracturas, fisuras y grietas	18
3.2. Deformaciones superficiales	21
3.3. Desintegración del pavimento.....	25
3.4. Otros deterioros	26
Capítulo 3. Índice de condición de pavimentos (PCI)	29
1. Método del PCI.....	29
2. Historia del PCI	30
3. Objetivos principales	30
4. Terminología.....	31
5. Materiales e instrumentos	32
6. Muestreo y unidades de muestra.....	34
7. Procedimiento de inspección	36
8. Cálculo del PCI en pavimentos flexibles.....	37

Capítulo 4. Evaluación del PCI en la Av. Don Bosco.....	43
1. Información previa de la Av. Don Bosco.....	43
1.1. Ubicación geográfica.....	43
1.2. Estado actual del eje vial.....	44
1.3. Características de la vía.....	47
1.4. Antecedentes de mantenimiento de la vía.....	49
1.5. Importancia de la vía.....	51
2. Aplicación del método del PCI.....	52
2.1. Muestreos y unidades.....	52
2.2. Proceso de inspección por medio del drone.....	53
2.3. Data obtenida del drone.....	62
2.4. Procesamiento de la data obtenida del drone.....	65
Capítulo 5. Resultados y propuestas.....	75
1. Determinación del índice de condición de pavimento.....	75
2. Interpretación de resultados.....	102
3. Formas de reparación de pavimentos de asfalto.....	107
Conclusiones.....	113
Recomendaciones.....	117
Referencias bibliográficas.....	119
Anexos.....	123
Anexo A Tablas de niveles y unidades de medida de las fallas.....	125
Anexo B Curvas de valor deducido.....	128
Anexo C Fotografías del plan de vuelo.....	140
Anexo D Imágenes de fallas complementadas con inspección tradicional.....	142
Anexo E Hojas de registros y cálculos de la calzada 1.....	145
Hojas de registros y cálculos de la calzada 2.....	172
Anexo F Planos del tramo inspeccionado de la Av. Don Bosco- Piura.....	209

Lista de figuras

Figura 1.	Detalle del paquete estructural para pavimentos flexibles.	3
Figura 2.	Esquemas de paquete estructural para pavimentos flexibles, rígidos y articulado	5
Figura 3.	Distribución de esfuerzos en pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.....	7
Figura 4.	Detalle de microtextura y macrotextura en un pavimento.....	11
Figura 5.	Escala de clasificación del PSI.	12
Figura 6.	Tipos de drones: ala fija, multirrotor y helicóptero; respectivamente	14
Figura 7.	Cuerpo o marco del dron.	14
Figura 8.	Motor brushless.	15
Figura 9.	Batería.....	15
Figura 10.	Piel de cocodrilo en pavimento flexible	18
Figura 11.	Fisura en bloque en pavimento flexible.....	19
Figura 12.	Fisura de borde	19
Figura 13.	Fisura de reflexión de junta	20
Figura 14.	Fisuras longitudinales y transversales	20
Figura 15.	Fisuras Parabólicas o por deslizamiento.....	21
Figura 16.	Abultamiento y hundimiento del pavimento	22
Figura 17.	Corrugación en pavimento flexible	22
Figura 18.	Depresión alrededor del pavimento.....	23
Figura 19.	Ahuellamiento en pavimento flexible.....	23
Figura 20.	Desplazamiento en pavimento flexible.....	24
Figura 21.	Hinchamiento en pavimento flexible.....	24
Figura 22.	Baches de gran magnitud en la ciudad de Piura, siendo un riesgo para el usuario	25
Figura 23.	Peladura y desprendimiento de agregado	26
Figura 24.	Exudación en pavimentos asfálticos.....	26
Figura 25.	Agregado pulido en pavimentos flexibles	27
Figura 26.	Desnivel carril- berma	27
Figura 27.	Parche en pavimentos flexibles	28
Figura 28.	Parche de corte utilitario en pavimentos flexibles.....	28
Figura 29.	Escala de clasificación del PCI.....	29
Figura 30.	Odómetro manual	32

Figura 31.	Curvas de corrección del Valor Deducido para Pavimentos Asfálticos	40
Figura 32.	Ruta del tramo Av. Don Bosco.....	43
Figura 33.	Modelación de la Av. Don Bosco con un mejoramiento en su transitable y señalización.....	47
Figura 34.	Tramo seleccionado para la evaluación de la Av. Don Bosco, indicando las calzadas 1 y 2 con las franjas morada y amarilla, respectivamente	48
Figura 35.	Rehabilitación de la Av. Don Bosco en el 2017 por medio del Gobierno Regional de Piura.....	50
Figura 36.	Rehabilitación de la Av. Don Bosco en el 2017 por medio de la Municipalidad Provincial de Piura. Tramo Av. Gullman- Av. Bolognesi	50
Figura 37.	Plano de distribución de las unidades de muestras en ambas calzadas	53
Figura 38.	DJI Phantom 4	54
Figura 39.	Selección del área a sobrevolar. Interfaz Pix4D Capture	55
Figura 40.	Opciones de configuración del dron. Interfaz Pix4D Capture.....	55
Figura 41.	Monitoreo del vuelo en tiempo real. Interfaz Pix4D Capture	56
Figura 42.	Ventana de creación del proyecto, con las coordenadas de cada imagen.....	57
Figura 43.	Resultado inicial del procesamiento en Pix4D Mapper.....	58
Figura 44.	Desarrollo de la nube de puntos densa	58
Figura 45.	Modelo digital 3D.....	59
Figura 46.	Ortofoto de la zona a evaluar.....	59
Figura 47.	Modelado digital de superficie (MDS).....	60
Figura 48.	Vehículo capturado durante el vuelo del dron.....	60
Figura 49.	Limpieza del vehículo en la ortofoto.....	61
Figura 50.	Identificación de las fallas encontradas en el tramo procesado; en AutoCAD y modelado 3D	63
Figura 51.	Tramos de vuelo del dron en la Av. Don Bosco.....	64
Figura 52.	Ejecución de vuelo del dron.....	64
Figura 53.	Vuelo y captura de imágenes.....	65
Figura 54.	Imágenes geolocalizadas en el mapa	66
Figura 55.	Opciones para el proceso inicial	67
Figura 56.	Resultado del proceso inicial.....	68
Figura 57.	Resultado del proceso de nube de puntos densa.....	69
Figura 58.	Resultado del proceso de triangulación, generando un modelo digital 3D	70
Figura 59.	Proceso de limpieza de obstáculos	71

Figura 60.	rtofoto editada. Vía parcialmente libre de obstáculos	72
Figura 61.	Modelo digital de superficie del tramo procesado.....	73
Figura 62.	Inspección de la vía en AutoCAD	74

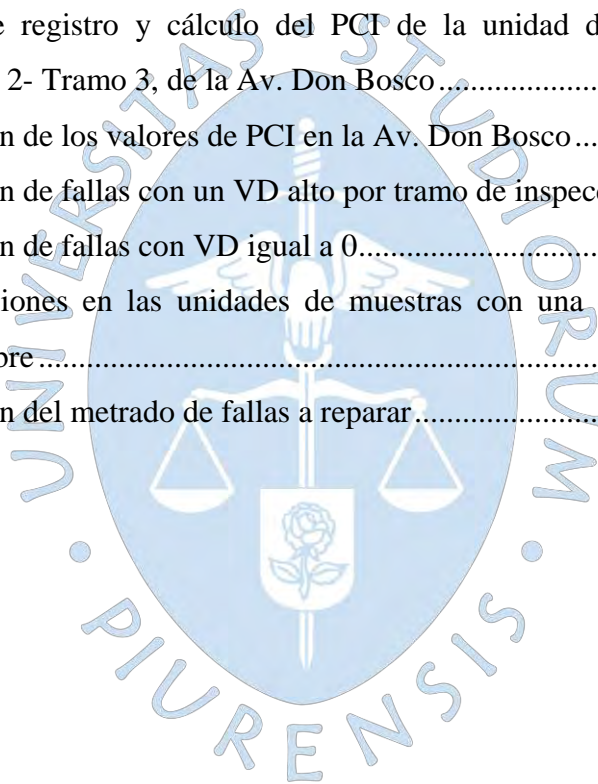




Lista de tablas

Tabla 1.	Ventajas y desventajas del uso de VANT'S	16
Tabla 2.	Hoja de evaluación del pavimento asfáltico	33
Tabla 3.	Unidades de muestreo según el tipo de pavimento.....	34
Tabla 4.	Ejemplo de hoja de registro una unidad de muestra en una vía de pavimento flexible	38
Tabla 5.	Cálculo del valor deducido corregido para la determinación del PCI en una unidad de muestra	40
Tabla 6.	Red vial por jerarquía y tipo de rodadura	44
Tabla 7.	Evolución y tendencia poblacional por distritos de la provincia de Piura.....	51
Tabla 8.	Resultados del método convencional y el método con drones	62
Tabla 9.	Tramos de inspección con sus respectivas unidades de muestras	71
Tabla 10.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM27, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	77
Tabla 11.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM28, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	78
Tabla 12.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM29, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	81
Tabla 13.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM30, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	82
Tabla 14.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM31, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	83
Tabla 15.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM32, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	86
Tabla 16.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM33, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	87
Tabla 17.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM34, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	88
Tabla 18.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM35, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	91
Tabla 19.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM36, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco	92

Tabla 20.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM37, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.....	93
Tabla 21.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM38, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.....	95
Tabla 22.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM39, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.....	96
Tabla 23.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM45, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.....	98
Tabla 24.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM63, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.....	100
Tabla 25.	Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM78, Calzada 2- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.....	101
Tabla 26.	Resumen de los valores de PCI en la Av. Don Bosco.....	102
Tabla 27.	Resumen de fallas con un VD alto por tramo de inspección.....	105
Tabla 28.	Resumen de fallas con VD igual a 0.....	106
Tabla 29.	Reparaciones en las unidades de muestras con una condición pobre y muy pobre.....	112
Tabla 30.	Resumen del metrado de fallas a reparar.....	115



Lista de gráficos

Gráfico 1.	Porcentajes de las condiciones de pavimentos encontradas	104
Gráfico 2.	Porcentajes de unidades de muestra con Parche de corte utilitario	104
Gráfico 3.	Porcentajes de unidades de muestra con Peladura y desprendimiento	105





Introducción

En los últimos años, la red vial en la ciudad de Piura ha ido incrementando su extensión para un mejor desarrollo del país; pero sigue presentando un caos de transitabilidad, debido a un mayor parque automotor que año tras año va aumentando, pues se estima una tasa de crecimiento anual entre 5% y 7%; y al pésimo estado en algunas de sus vías, a pesar de contar con un plan de reconstrucción después de la temporada de lluvias por el Fenómeno El Niño Costero en el 2017. Esta última causa se debe a insuficientes mantenimientos sin tener en cuenta la vida útil del pavimento; es decir, las vías no son evaluadas rutinariamente en el transcurso de un año, dejando que el pavimento se deteriore por completo para recién aplicar reparaciones masivas o una reconstrucción.

Lo recomendable es realizar evaluaciones a las vías y detectar los tipos de fallas en los pavimentos para conocer los daños que en él se han producido. De esta manera, se tendrá una recopilación de información del estado actual de los pavimentos para realizar un plan integral que mantenga las pistas en las condiciones adecuadas perdurables en el tiempo, evitando gastos excesivos por reparaciones o reconstrucciones y entregando confort a la población y visitantes.

La Av. Don Bosco, conocida como la ex- Av. Circunvalación, es una de las vías principales de la ciudad de Piura; en la cual circulan tanto vehículos ligeros como pesados, y cuyos tramos presentan tanto reparaciones o rehabilitaciones, así como mantenimientos de alcantarillado. Es aquí donde se propone utilizar la metodología del PCI, que según la norma ASTM D6433, resulta ser una técnica de evaluación superficial muy efectiva en pavimentos, para determinar el comportamiento o estado de estos. A través de este método, se realiza una inspección visual para detectar posibles fallas clasificadas por su tipo, cantidad y severidad. De esta manera, se busca determinar en un tramo de dicha avenida, el estado en que se encuentra el pavimento flexible, además de elaborar propuestas de reparaciones para las fallas encontradas.

En años anteriores, se presentaron tres tesis de pregrado en las cuales se aplicó el Método PCI. Estas son las investigaciones de Gamboa, K. (2009); Rodríguez, E. (2009); y Sánchez, J. (2017), quienes utilizaron el procedimiento para evaluar el estado de avenidas construidas con pavimento flexible y rígido, y que sirvieron de antecedente de esta investigación, que se diferencia de aquellas por la incorporación de la tecnología mediante el uso de VANT'S con el fin de reducir tiempos de trabajo en campo y llevar una inspección visual a gabinete, otorgando un mayor tiempo de análisis y confort para el registro de las fallas presentadas; siendo esta implementación validada por Cruz, J. (2018) en su tesis comparativa entre el

método tradicional y el método con el uso de drones; donde se obtuvieron valores de PCI muy cercanos y mejoras de rendimientos de trabajo en campo sin poner en riesgo la vida humana por el tráfico desordenado de la zona urbana.

De esta manera, se incentiva futuras inspecciones a la red vial de Piura, promoviendo así también un sistema de gestión de pavimentos urbanos en las entidades públicas para un desarrollo sostenible en las vías de la ciudad.

En ese sentido, la presente investigación tuvo por objetivo general:

- Determinar el estado del pavimento flexible de la Av. Don Bosco (ex-Av. Circunvalación), mediante el método PCI, haciendo uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT'S).
- Objetivos específicos:
- Reconocer las fallas en los 2054 m de pista de la Av. Don Bosco que serán estudiadas.
- Desarrollar propuestas de mantenimiento de la Av. Don Bosco.
- Promover el uso de la tecnología para evaluaciones de vías urbanas con el uso de vehículos aéreos no tripulados, para agilizar procesos de inspección.

Se creyó conveniente que esté conformada por 5 capítulos, de los cuales:

- El primero comprende el marco teórico, donde se explican las definiciones de pavimentos (concepto, clases, clase de pavimento flexible y concepto de performance) y de los VANT'S (concepto, características principales, utilidad y funciones y sus ventajas y desventajas), con la finalidad de tener claros estos conceptos para su posterior utilización.
- El segundo capítulo abarca todo lo relacionado con las fallas más comunes que dañan a los pavimentos urbanos flexibles.
- En el tercer capítulo se explica la metodología a seguir para el cálculo del índice de estado en el pavimento según la norma ASTM D6433 (concepto, historia, objetivos, terminología, materiales, muestreo, procedimiento de inspección, etc.).
- El cuarto capítulo contiene información acerca de la Av. Don Bosco y la aplicación del Método PCI a esta, incluyendo el procedimiento de evaluación por medio de drones, de un tramo de inspección.
- Para finalizar en el quinto capítulo, se muestran los resultados, así como la interpretación de estos y el detalle de las formas de reparación del pavimento, con el ánimo de contribuir a dar solución a un malestar que aún aqueja a la sociedad piurana.

Capítulo 1

Marco Teórico

1. Pavimentos

1.1. Conceptos básicos. El pavimento es una estructura de las vías de comunicación terrestre, constituida por diferentes tipos de capas superpuestas, las cuales son diseñadas y construidas con materiales específicos por encima del terreno natural y compactadas, formando así el paquete estructural. Este paquete se apoya sobre la subrasante de una vía con la finalidad de resistir los esfuerzos que transmiten las cargas del tráfico durante el periodo de tiempo que ha sido diseñado (Montejo, 2002). Ver Figura 1.

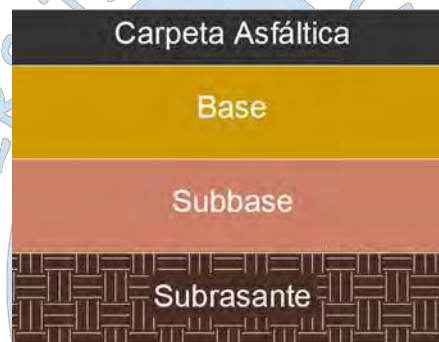


Figura 1. Detalle del paquete estructural para pavimentos flexibles.

Fuente: Elaboración propia.

“Una estructura del pavimento debería ser capaz de proveer: calidad de manejo aceptable, adecuada resistencia al ahuellamiento, deslizamiento y agrietamiento, apropiados niveles de reflejo y un bajo ruido” (Sotil, 2014, pág. 2).

Un pavimento debe tener ciertos requisitos para que cumpla su función adecuadamente: superficie uniforme, resistir la repetición de cargas, las acciones del medio ambiente, agentes de intemperismo, desgaste por el efecto de las llantas de los vehículos, ser económico y presentar condiciones adecuadas para el drenaje.

Por otro lado, el diseño geométrico de la vía garantiza también un apropiado funcionamiento de un pavimento; teniendo en cuenta el ancho y el trazo horizontal y vertical de la vía. Además, es necesaria la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aun en condiciones húmedas, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas (Sotil, 2014).

1.2. Clases. El pavimento no presenta un único diseño en su estructura, ya que existen diversos factores propios de la vía y su zonificación; como la intensidad del tránsito; la clase de materiales, el tipo de subrasante, entre otros. Esto hace que el paquete estructural del pavimento presente capas de menor o mayor espesor, o la posible ausencia o reemplazo de estas. De esta manera, se pueden identificar dos principales tipos de pavimentos: pavimentos flexibles, que presentan una carpeta de rodadura asfáltica y pavimentos rígidos que presentan una carpeta de rodadura de concreto; sin embargo, existen otros tipos que se asemejan a sus comportamientos, como los pavimentos articulados, entre otros.

- **Pavimentos flexibles (asfalto):**

Según CANACEM (2014) los pavimentos flexibles están conformados por concreto asfáltico, superficie estabilizada con asfalto y superficie asfáltica de uso ligero. Su formación es la siguiente: tienen una carpeta bituminosa que se encuentra apoyada sobre dos capas no rígidas (base y subbase) que son de material granular. Estas capas rígidas están apoyadas en un suelo compactado que es la subrasante.

Los esfuerzos son mayores en las capas superiores, aquí se utilizan materiales con una mayor capacidad de carga; y los esfuerzos serán menores en las capas inferiores, donde se colocan materiales de una capacidad menor (materiales locales) que dan diseños más prácticos. Estos pavimentos presentan bajos costos iniciales, una vida útil de 10 a 20 años aproximadamente, requieren mantenimiento continuo, reparación fácil, son menos ruidosos y más suaves, y una característica muy particular llega a ser, la resistencia a un alto nivel de temperatura.

Un pavimento flexible tiene una baja capacidad portante; en consecuencia, actúa como capa elástica. Esta clase de pavimento se suele trabajar en: vías, avenidas, bermas, rampas, estacionamientos, caminos paralelos a las autopistas, etc. (CANACEM, 2014). Ver Figura 2.

- **Pavimentos rígidos:**

Siguiendo con los tipos de pavimentos, CANACEM (2014) detalla que los pavimentos rígidos son integrados por losas de concreto hidráulico (cemento Portland) que tienen como apoyo a una capa de subbase (capa de material seleccionado) y esta se encuentra sobre una capa de suelo compactado que es la subrasante. La capa estructural de estos pavimentos es dependiente de las losas y es por eso que las capas subyacentes ejercen poca influencia en la parte del diseño del espesor del pavimento. Tiene características muy peculiares, pues sus esfuerzos son transmitidos de manera directa al suelo de forma mínima y es auto resistente.

Las cargas de las llantas se transmiten a la subrasante por las fuerzas estructurales de estos pavimentos, estas cargas de las llantas son transmitidas por la capacidad de flexión de la losa. Tienen fuerzas de flexión que transmiten la carga de las llantas a área más grande en la capa inferior.

Los pavimentos rígidos necesitan un mantenimiento continuo (en primer lugar las juntas), una vida útil entre 20 a 30 años aproximadamente, costos iniciales elevados y sus reparaciones son complicadas.

Se suelen trabajar en: vías con un tráfico elevado, conexiones entre carreteras, puentes y rampas de carreteras (CANACEM, 2014) Ver Figura 2.

- **Pavimentos articulados:**

Estos algunas veces están compuestos de la unión pavimentos flexibles y pavimentos rígidos, y se pueden encontrar en rehabilitaciones de concreto sobre asfalto o asfalto sobre concreto. Por otro lado, este puede estar constituido por una capa de rodadura elaborada por bloques de concreto prefabricado (adoquines) que tiene un espesor uniforme y son colocados encima de una capa de arena delgada que se apoya sobre una base granular o en la subrasante (dependiendo de las cargas que llegan al pavimento) (Sotil, 2014). Ver Figura 2.

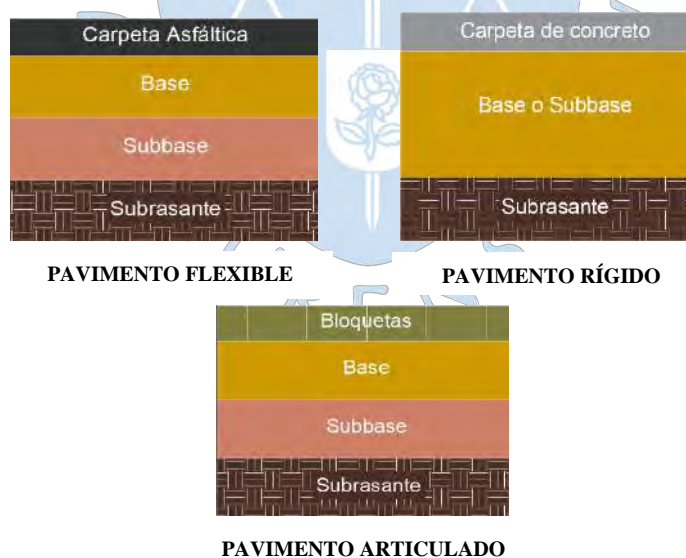


Figura 2. Esquemas de paquete estructural para pavimentos flexibles, rígidos y articulado.

Fuente: Elaboración propia

1.3. Pavimentos urbanos flexibles. Este tipo de pavimento es el más usado y visto en la ciudad de Piura, debido a su bajo costo inicial, sin embargo requiere un continuo mantenimiento. Para este trabajo de tesis, la avenida a analizar presenta este tipo de pavimento construido con una superficie de materiales bituminosos los cuales siempre permanecen en contacto con los materiales subyacentes. Para tener una idea más amplia de la caracterización de este tipo de pavimento, Rodríguez, E (2009) y Montejo, S (2002) detallan cada una de las capas que lo conforman:

- **Subrasante**

Es la base de toda construcción vial, en el cual se apoyará y dará inicio al paquete estructural. Está elaborada de material in situ, en el cual se hacen trabajos de corte y relleno a lo largo de la vía, teniendo en cuenta las pendientes y secciones transversales de esta. Además, se extiende hasta una cierta profundidad en la cual no influyan las cargas del tránsito previsto.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante. De esta manera, se tiene en cuenta la calidad del suelo, conociendo sus propiedades mecánicas y llevándole a cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efecto de humedad.

- **Sub-base:**

Capa inicial del paquete estructural, en la cual se transmite las cargas aplicadas en la superficie desde la base hasta la subrasante, considerándose una capa de transición impidiendo la penetración de los materiales que constituyen la base y subrasante. De esta manera, la sub-base se considera como una capa económica, ya que el material granular no necesariamente tiene que ser de buena calidad para cumplir su función. Además, trabaja como una capa de drenaje y controla la ascensión capilar del agua; controlando así las deformaciones en la superficie dadas por expansión por el agua; además de cambios volumétricos de la capa subrasante y cambios extremos de temperatura.

- **Base**

Es la capa que se encuentra subyacente a la superficie de rodadura, la cual recibe las cargas y tiene la función de soportar y distribuir los esfuerzos producidos por el tránsito; y transmitirlos a la sub-base y subrasante. De esta manera, la base trabajará como un elemento

resistente elaborado con un material granular de buena calidad, la cual puede ser estabilizada con materiales como; cemento Portland, cal o materiales bituminosos.

- **Carpeta asfáltica**

Capa superficial del paquete estructural, sobre la cual las cargas vehiculares son aplicadas directamente y da inicio a la transmisión de esfuerzos hasta la subrasante. Proporciona la superficie de rodamiento en la vía e impermeabiliza evitando el ingreso del agua hacia las demás capas, siendo esta su función principal.

La carpeta asfáltica se elabora combinando un aglomerante o cemento asfáltico con una selección adecuada de agregados; que previamente ha sido diseñado para presentar óptimas propiedades que puedan soportar las cargas que serán sometidas en la carpeta. El óptimo porcentaje de asfalto determinará la calidad del pavimento, dando confort en su transitabilidad, pues un excesivo porcentaje provocaría inestabilidad o posibles deformaciones, además de una superficie resbalosa.

Como se muestra en la Figura 3, los pavimentos flexibles presentan mayor distribución de tensiones llegando hasta la subrasante, esto se debe a que la superficie de rodadura presenta un elemento de baja rigidez haciendo que se deforme fácilmente. En cambio para los pavimentos rígidos elaborados con una superficie de rodadura de concreto, su rigidez es mayor, donde las tensiones provocadas por las cargas vehiculares son concentradas en la carpeta de concreto (Rodríguez, 2009).

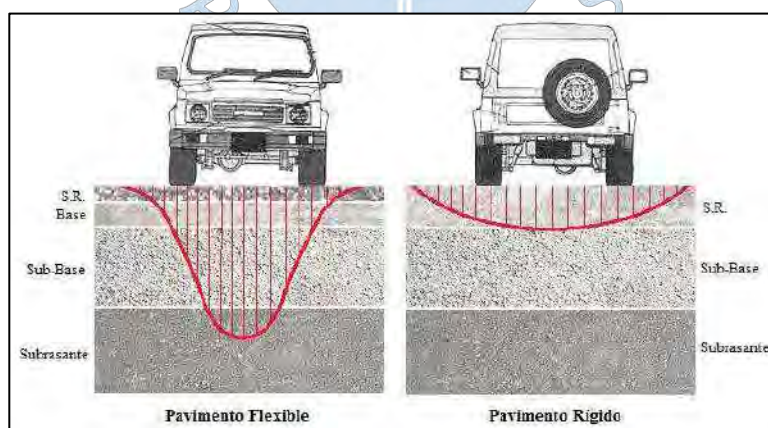


Figura 3. Distribución de esfuerzos en pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.

Fuente: Izaguirre, 2016

Es así como podemos comprender el funcionamiento de este tipo de pavimento y conocer cada una de las capas que lo constituye, donde su construcción puede llegar a ser económica y eficaz para soportar cargas vehiculares; sin embargo, en el Perú cada año el tráfico es más denso y las vías antiguas no han sido diseñadas para soportar mayores cargas, ocasionándose mayores deformaciones o fallas y donde deja de ser económica la vía a la larga.

De acuerdo a esto, es como empieza a caer el término de performance de un pavimento dejando de lado el confort o calidad de una vía para la población. Para esto en el siguiente apartado se detallaran los conceptos de performance de una vía, siendo el principal objetivo de su construcción.

1.4. Concepto de performance. Hoy en día la infraestructura vial es un componente muy importante para cualquier nación, entregando a la población la oportunidad de comunicarse sin riesgo alguno. Antiguamente, los caminos no llegaban a ser trazados adecuadamente, generándose accidentes en su recorrido o tomando largas horas para llegar a algún destino. Ahora, los caminos forman parte de un gran desarrollo social y económico, cuyo objetivo es ofrecer a los usuarios un rodaje cómodo, seguro y económico; brindando mejores accesos y oportunidades a servicios importantes.

Si bien los pavimentos son diseñados con una vida útil, la ausencia de constantes mantenimientos acelera procesos de deterioro en él. De esta manera, se tiene en cuenta el concepto de performance, siendo su definición como la capacidad funcional o estructural de un pavimento, capaz de ser medida (evaluada) a lo largo de un periodo de diseño.

Según los apuntes de clase de Sanchez, J (2018) en un pavimento, las solicitudes de carga del paquete estructural dan a conocer la capacidad estructural y la transitabilidad da a conocer la capacidad funcional.

Continuando con las anotaciones, se detallaran los siguientes conceptos:

- **Capacidad estructural**

Los esfuerzos impuestos por el tráfico ponen a prueba esta capacidad, ya que las cargas son compartidas en cada una de las capas del paquete estructural, teniendo una relación con los posibles defectos en cada una de ellas.

El comportamiento de cada una de las capas, siendo la subrasante la más importante por la estabilidad y soporte del paquete estructural y los posibles materiales; definirán la capacidad estructural de la vía, los cuales pueden ser alterados por las condiciones ambientales en que se encuentra el pavimento.

- **Capacidad funcional**

Está relacionada con las características de la superficie de la vía, teniendo en cuenta la calidad del rodaje, asociada a la comodidad del usuario y al correcto funcionamiento en su transitabilidad, donde se toma en cuenta una adecuada textura y fricción superficial, rugosidad, geometría y la estética del pavimento.

Ya mencionadas las capacidades del pavimento que definen el performance de este, existe una estrecha relación, ya que existiendo una deficiencia estructural de las capas provocaría deformaciones o fallas que llegan a ser visualizadas en la superficie, dañando la estética y provocando un déficit en la calidad del rodaje. Si bien las características funcionales están asociadas a la capacidad estructural, no necesariamente son indicativos de ésta.

A continuación, se conocen las causas del deterioro de un pavimento:

- Fin del periodo de diseño original.
- Incremento del tránsito con respecto al diseño original.
- Deficiencias en el proceso constructivo como materiales de baja calidad o métodos inadecuados.
- Diseño mal elaborado, habiendo errores en los espesores de las capas o dosificaciones deficientes.
- Factores climáticos imprevistos, fenómenos naturales como lluvias extraordinarias.
- Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo, presencia de agua debilitando las capas subterráneas y haciendo que los materiales granulares lleguen a expandirse.
- Insuficiencia o ausencia de mantenimiento o rehabilitación de la vía.

Esta última causa, es una de las principales en el Perú, donde los pavimentos una vez construidos se dejan de lado y no se realizan mantenimientos seguidos, ocasionando que la capacidad estructural y funcional bajen gradualmente.

De acuerdo a esto, Sánchez, J (2018) también menciona que existen ciertos indicadores que dan a conocer el comportamiento del pavimento. Los indicadores irán relacionados con respecto a las fallas visibles, capacidad estructural, fricción superficial, serviciabilidad y rugosidad.

- **Fallas visibles**

Son indicadores del deterioro superficial de un pavimento, las cuales pueden llegar a cuantificarse según su clase, severidad (baja, media y alta) y cantidad por longitud, área, porcentaje de afecto y número de apariciones.

Es así como se puede obtener un índice cualitativo del estado en que se encuentra el pavimento, llamado Índice de Condición de pavimento o *Pavement Condition Index (PCI)* en sus siglas en inglés. Este índice define al pavimento en una escala de 0 a 100, siendo el valor más bajo como pavimento dañado y el más alto como pavimento en condiciones adecuadas.

- **Capacidad estructural**

Este indicador hace referencia a la capacidad de un pavimento para soportar las cargas aplicadas en él, donde previamente a su construcción se realiza su diseño con respecto al tráfico teniendo en cuenta el tipo y volumen vehicular. Se determina los espesores óptimos y una correcta selección de materiales. Para conocer la capacidad estructural actual del pavimento, se pueden realizar ensayos no destructivos a partir de muestras.

- **Fricción superficial**

Es la fuerza que existe en la interfase de la rueda y el pavimento con la finalidad de resistir deslizamiento cuando se aplica un frenado. Los pavimentos secos presentan una buena fricción superficial; sin embargo, en pavimentos mojados el agua actúa como lubricante y reduce el contacto de la rueda. Existen 3 factores que influyen en la fricción superficial: microtextura, macrotextura y pendiente transversal de la calzada. Ver Figura 4.

- Microtextura: Se refiere a la rugosidad de las superficies de las partículas gruesas dependiendo de la textura de los áridos y el mortero bituminoso y contribuyendo a la fricción por adhesión con las ruedas del vehículo. Influye en la generación de ruidos.
- Macrotextura: Hace referencia a la textura global del pavimento, la cual está controlada por el tipo y tamaño del agregado grueso en pavimentos flexibles y por la terminación de la superficie en pavimentos rígidos. Una buena macrotextura proveerá canales de escape para el agua superficial en la interfase rueda- pavimento.

- Pendiente transversal: Una buena pendiente transversal facilita la salida del agua hacia los bordes de la calzada, evitando así pavimentos húmedos. Se recomienda una pendiente transversal de 1%, siendo más común adoptar 2%.

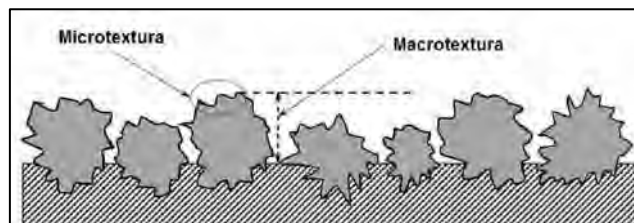


Figura 4. Detalle de microtextura y macrotextura en un pavimento.

Fuente: Sanchez, 2018

- **Serviciabilidad y Rugosidad**

Los indicadores ya mencionados, representan la capacidad del pavimento de manera ingenieril; la serviciabilidad y rugosidad dan a conocer la capacidad de una vía en cuanto a servicio en un determinado momento, donde los usuarios pueden juzgar el estado del pavimento en términos de calidad para circular sobre ellos.

Es así que en los apuntes de clases de Ferrer, M (2018) da a conocer indicadores para medir la serviciabilidad, siendo los siguientes:

- *Present Serviciability Rating* (PSR): Con respecto a que el pavimento debe brindar confort y seguridad al usuario, nace la idea de medir la serviciabilidad mediante la subjetividad u opinión del usuario. Para esto, en el Road Test de AASHO, se realizaron pruebas individuales obteniendo diferentes puntos de vista de cada usuario clasificando a la vía de 0 a 5, donde el menor número indica un estado del pavimento muy malo. A estas evaluaciones se las llaman *Individual Present Serviciability Rating* (IPSR), y al promedio de estas para una vía toma el nombre de PSR.
- *Present Serviciability Index* (PSI): Este indicador se basa en el PSR, ya que el tipo de clasificación del PSR no es práctico para redes de pavimentos a gran escala. De esta manera, se busca cambiar la subjetividad por un índice numérico, realizando una correlación con variables medibles en un pavimento como deformación longitudinal,

rugosidad y distintas fallas (ahuellamiento, piel de cocodrilo, parches y fisuras) para el resultado de una fórmula empírica. Ver Ecuación 1.

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 1.38(RD)^2 - 0.01(C + P)^{0.05} \quad (1)$$

SV: Varianza del perfil (pulg/pie²)

RD: Profundidad de ahuellamiento (pulg.)

C : Fisura piel de cocodrilo, clase 2 y 3 (pie²/1000pies²)

P : Parches (pie²/1000pies²)

El PSI se basa en el mismo sistema de clasificación del PSR clasificando de 0 a 5 el estado del pavimento. Además para el diseño del pavimento se tiene en cuenta indicadores de serviciabilidad inicial y final; siendo el primero en función a la calidad inicial del pavimento y el segundo, cuando el pavimento requiera algún tipo de rehabilitación. Ver Figura 5.

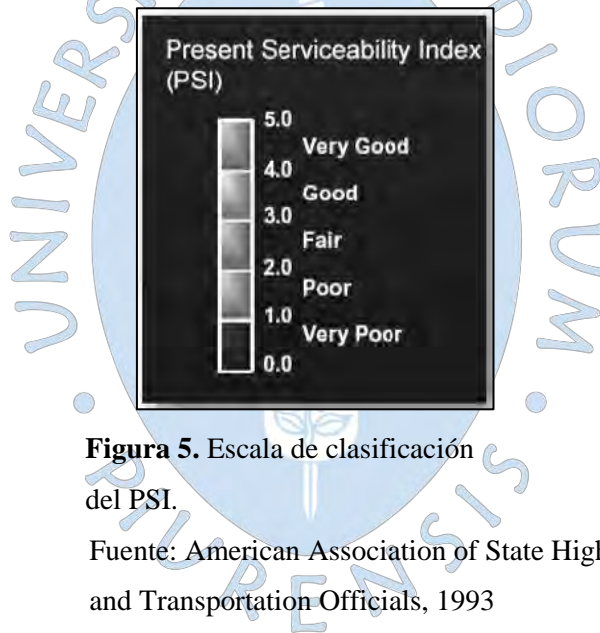


Figura 5. Escala de clasificación del PSI.

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993

- *International Roughness Index (IRI)*: Mientras las texturas se asocian a la resistencia al deslizamiento, la regularidad superficial (rugosidad) se asocia a la calidad y comodidad de la rodadura del vehículo. De esta manera, el IRI se convierte en un indicador de la rugosidad, que se obtiene a partir de la acumulación del desplazamiento vertical relativo entre las masas de la carrocería y la suspensión de un vehículo. Además es relacionable con el PSI y su unidad de medida es en m/km o pulg/milla. Ver Ecuación 2.

$$PSI = 5e^{-(IRI/5.5)} \quad IRI = 5.5 \ln(5/PSI) \quad (2)$$

El IRI puede llegar a ser medido mediante equipos, los cuales se califican en clases según su precisión. El perfilómetro laser, mira y nivel y el walking profiler son equipos de Clase 1 por su alta precisión; el perfilógrafo y método topográfico son equipos de Clase 2 con una precisión menor a la de la Clase 1; y equipos como el rugosímetro de Merlín son de Clase 3, los cuales realizan estimaciones a través de correlaciones.

- *Pavement Condition Index* (PCI): Este indicador, como ya mencionado anteriormente, es un indicador objetivo de la integridad estructural y de las condiciones de operación de la superficie, el cual está basado en inspecciones visuales y toma en cuenta la clase, severidad y cantidad de fallas presentes en el pavimento.

2. Tecnología del vehículo aéreo no tripulado:

2.1. Conceptos básicos. El drone es una tecnología de la más avanzada en el campo robótico, aeronáutico y electrónico. Son vehículos aéreos no tripulados (VANT'S) que cuentan con diferentes tamaños y formas; y son manejados comúnmente por un control remoto. Se pilotan desde tierra o vía satelital, casi siempre con un transmisor y cuentan con un receptor que recibe la señal. Estos pueden ser manejados de las siguientes formas: manual, semi automático, automático o autónomo (Condevel, 2018).

- Semi automático: forma inicial de volar de los pilotos de drones, el operador tiene un control total de sus funciones, ayudado principalmente por el GPS.
- Automático: muy parecido a un piloto automático, el operador programa el drone para la tarea que va a realizar y debe estar atento a cualquier situación.
- Autónomo: El drone toma decisiones solo (algunos países lo prohíben), apoyándose de la inteligencia artificial.

Fue creado por Archibald Low en 1916, “Fueron hechos de materiales ligeros para reducir el peso y aumentar la capacidad de maniobrar. Además, la resistencia del material compuesta permite llevarlo a altitudes muy elevadas, generalmente están equipados con sistemas de GPS” (Salgado, 2018).

Estos drones se originan a partir de la tecnología militar (con capas de infrarrojos, laser o misiles guiados) donde se utilizaban los teledirigibles para obtener información del enemigo

(primeros tipos de drones que existieron), luego de estos llegaron los drones civiles que se usan hasta hoy en día.

Existen 3 tipos de drones. Ver Figura 6:

- Tipo Multirrotor: Alas rotatorias estructuradas en el giro de palas, realiza ascensos y descensos verticales; y permaneces fijos en el aire.
- Tipo helicóptero: Una sola hélice de paso variables y un solo rotor.
- Tipo ala fija: Son muy parecidos a los aviones.

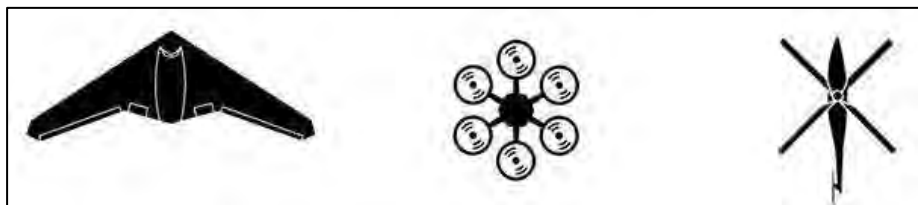


Figura 6. Tipos de drones: ala fija, multirrotor y helicóptero; respectivamente.

Fuente: Hispa Drones, 2019

2.2. Características principales. Los drones están compuestos por diferentes partes, las cuales presentan sus propias características que definen la funcionalidad de estos. Según los conceptos de García, I (2017), así encontramos:

- El cuerpo o marco del drone, siendo la estructura que le da la principal forma al equipo y en donde se llega a instalar y asegurar los demás sensores y elementos. Su principal característica para una buena funcionalidad del equipo debe ser la robustez y flexibilidad, para conseguir una mayor resistencia a los golpes o al viento. De esta forma, la estructura puede estar fabricada con aleaciones metálicas para disminuir el peso, o fabricada en plástico o fibras de vidrio según el modelo del marco. Ver Figura 7.



Figura 7. Cuerpo o marco del drone.

Fuente: Droning, 2014

- (Hispa Drones, 2019) Los motores y hélices, son los elementos importantes para mantener el cuerpo del dron en el aire. Para pequeñas aeronaves como los drones, los motores a utilizar son los motores brushless eléctricos de corriente continua, los cuales se caracterizan por una disminución del tamaño y por lo tanto de su peso, sin disminuir la potencia que es capaz de transmitir a las hélices. Por otro lado, las hélices son el conjunto de aletas helicoidales, que al girar, gracias al motor, se realiza el vuelo del dron. Ver Figura 8.



Figura 8. Motor *brushless*.

Fuente: Droning, 2014

- Las baterías, el elemento primordial para el funcionamiento de todo el sistema del dron, donde las más usadas son de litio, que se caracterizan por una excelente relación entre capacidad, peso, volumen y tensión. Ver Figura 9.



Figura 9. Bateria.

Fuente: Droning, 2014

Por otro lado, los drones cuentan con sistemas de ayuda al vuelo que les permiten dar mayor estabilidad y seguridad, donde encontramos: FailSafe, que sirve para aterrizar la aeronave de forma segura; sistema de posicionamiento global (GPS); placa controladora; controlador de velocidad; giroscopio; barómetro; entre otros.

2.3. Utilidad y funciones. El vuelo de los drones se ha convertido en el origen de la facilidad y reducción de tiempos de trabajos; en el cual se les ha aplicado distintas tecnologías para un correcto funcionamiento según la necesidad de cada actividad. En el ámbito de observación terrestre, estos han sido aplicados en el mercado civil, teniendo en cuenta la agricultura, meteorología, minería, topografía, catastro, entre otras. (Puerta, 2015)

Para esto, la función del drone ya no será solo un simple vuelo, sino una posible recopilación de datos; ya sean fotográficos, de ubicación o para brindar algún servicio de comunicación.

La fotografía, gracias al uso del drone, se ha extendido brindando mejoras de calidad de imagen. Es así que la fotogrametría llega a salir a la luz y ser muy usada en el mercado civil; para el desarrollo de levantamientos de terrenos con ayuda de la tecnología del GPS.

La fotogrametría es una técnica cuyo objetivo es reconocer las dimensiones y posiciones de objetos en el espacio, a través de la medida o medidas realizadas por la intersección de dos o más fotografías. Si se trabaja con una foto se puede obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional. En cambio, con dos fotos, en la zona común a éstas (zona de solape), se podrá tener visión estereoscópica; o dicho de otro modo, información tridimensional. (Tacca, 2015)

De esta manera, la inspección del pavimento se realizará con la tecnología de la fotogrametría con ayuda del vuelo del drone, con el fin de disminuir tiempos de trabajos y promover el uso de este para inspecciones futuras en otras vías.

2.4. Ventajas y desventajas. La Tabla 1 indica las ventajas y desventajas del uso de vehículos aéreos no tripulados.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del uso de VANT'S

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Posibilidad de uso en áreas de alto riesgo o difícil acceso	Técnica: Retraso entre la emisión de instrucciones y su recepción, el enlace vía satélite puede ser obstruido, capacidad de vuelo depende de la batería.
No requiere la actuación de pilotos en la zona	Económica: Alto costo de su adquisición y mantenimiento
Reduce el tiempo en que una persona se puede demorar en inspeccionar lugares	Invasión a la intimidad
Fines de exploración y fines preventivos	Comercialización no controlada
	Promueve la entrega de mercadería ilegal
	Pueden ser usados para fines bélicos

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2

Fallas en pavimentos flexibles

1. Concepto de falla

Según Montejo, S. (2002) una falla, es una señal externa del desgaste del pavimento originado por agentes ambientales, diferentes cargas e insuficiencia constructiva. Según estos daños o desgastes que se presentan, hacen que el pavimento tenga un deterioro progresivo, reduciendo su funcionalidad y servicio; situaciones que se incrementan cuando no se da un mantenimiento adecuado de la vía.

Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales.

- Fallas funcionales: Constituyen la imperfección de la superficie de rodamiento causada por las fallas de la capa asfáltica y no tienen ningún vínculo con la estructura de la calzada.
- Fallas estructurales: Constituyen la imperfección de la superficie de rodamiento causada por una falla en la estructura del pavimento (de una o más de las capas conformadas que deben resistir el complicado esparcimiento de sollicitaciones que impone el tráfico y el conjunto de factores ambientales).

2. Niveles de severidad de falla

Para conocer las fallas que se encuentran en el pavimento, es considerable saber los niveles de severidad de estas para así conocer la calidad del pavimento. De acuerdo a esto, la norma ASTM D6433-03 da a conocer tres niveles de severidad de fallas, denominadas: Low (bajo), Medium (medio) y High (alto). Estos niveles, están asociados con la comodidad que puede tener el conductor al transitar la vía, el cual llega a determinarse por la presencia de vibraciones en el vehículo provocando la reducción de velocidad. Por ejemplo, se clasificaría una falla como baja severidad cuando las vibraciones son insignificantes y no es necesaria una reducción de velocidad (Vásquez, 2002).

Los daños no son producidos de forma inmediata, pues estos llegan a tener un cambio evolutivo cambiando así los niveles de severidad o generándose otro tipo de falla. Para esto se tendrá en cuenta el catálogo de identificación de fallas publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), de República Dominicana; así mismo como la norma ASTM D6433-03, permitiendo identificar las fallas, sus características y niveles de severidad correspondiente de la forma más objetiva posible.

3. Tipos de fallas en pavimentos flexibles

Siguiendo la norma ASTM D6433-03 nos da a conocer los diferentes tipos de fallas; las cuales Vásquez, V (2002) en su investigación las definen de la siguiente manera:

3.1. Fracturas, fisuras y grietas

- **Piel de cocodrilo**

Son grietas interconectadas constituyendo polígonos de un tamaño que no supera los 0.5 m de longitud en el lado más largo; teniendo una forma muy parecida a una piel de cocodrilo o una malla.

Esta fisura tiene procedencia en la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo la repetición de las cargas del tráfico, en donde se da inicio al agrietamiento en la base estabilizada, la cual recibe mayor carga, y se propaga hasta la superficie. Además se desarrolla por un pavimento sobre subrasantes elásticas, tráfico elevado para el espesor que tiene el pavimento, asfalto con cantidad insuficiente o muy duro y la falta de adherencia. Usualmente la piel de cocodrilo se encuentra acompañada por ahuellamiento. Ver Figura 10.



Figura 10. Piel de cocodrilo en pavimento flexible.

Fuente: Robles, 2015

- **Fisuras en bloques**

Grietas interconectadas que trocean el pavimento en pedazos casi rectangulares, su tamaño alterna de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. Su principal origen se debe a la retracción del concreto asfáltico y ciclos de temperatura diarias. Además, el asfalto se endurece relevantemente debido a que este tipo de falla no está afiliado a cargas, siendo esta la principal diferencia con las grietas de piel de cocodrilo. Comúnmente esta fisura aparecerá en una gran parte del pavimento y otras únicamente en áreas sin tráfico. Ver Figurar 11.



Figura 11. Fisura en bloque en pavimento flexible.

Fuente: León, 2017

- **Fisuras de borde**

Son grietas continuas, casi longitudinales, se presentan cerca al borde de la calzada o en las bermas. Estas fisuras se originan por: rastro de inestabilidad del talud, la abertura de una junta de ampliación de la calzada por asentamiento de la zona ampliada, carril muy angosto que obliga que el tránsito se propague cerca al borde de la capa de rodadura, permutaciones volumétricas de los suelos de subrasante por formaciones estacionales de humedad y deficiencias de drenaje. Ver Figura 12.



Figura 12. Fisura de borde.

Fuente: Rodríguez, 2009

- **Fisuras de reflexión de junta**

Tienen sentido longitudinal que concuerdan con la junta de construcción por defectos en el desarrollo de la antes mencionada. Únicamente se da en pavimentos con una superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incorpora las grietas de reflexión de bases estabilizadas con cemento o cal.

Estos daños no tienen relación con las cargas, pero estas pueden ocasionar la rotura del concreto asfáltico próximo a la grieta. Dichas fisuras se dan debido al desplazamiento de la losa de concreto de cemento Portland, incitado por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Ver Figura 13.



Figura 13. Fisura de reflexión de junta.

Fuente: Corredor & Corros, 2010

- **Fisuras longitudinales y transversales**

Cuando se encuentran estas fisuras es una señal que están presentes los esfuerzos de tensión en alguna capa de la estructura que han sido superadas las resistencias del material perjudicado. Esta se da en discontinuidad de la carpeta asfáltica en dirección transversal al tráfico. Las fisuras longitudinales se encuentran asociadas a las cargas del tránsito, mientras que las transversales no.

Las causas para que se presente esta falla son las siguientes: fatiga de la estructura, la capa de la rodadura tiene un bajo espesor, mezcla asfáltica muy rígida, envejecimiento del asfalto, bajas o altas temperaturas. Ver Figura 14.



Figura 14. Fisuras longitudinales y transversales.

Fuente: Del Valle, 2017

- **Fisuras parabólicas o por deslizamiento**

Provocadas por el frenado, el giro o circulación a muy baja velocidad de ruedas pesadas, que hacen deslizar y distorsionar la capa superior del pavimento asfáltico. Presentan una forma de media luna creciente y se encuentran donde existen mezclas asfálticas de baja consistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura del pavimento. Este daño no tiene relación con la inestabilidad geotécnica de la calzada. Ver Figura 15.

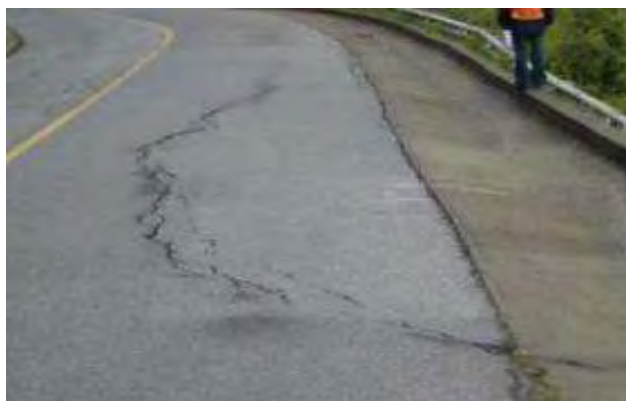


Figura 15. Fisuras Parabólicas o por deslizamiento.

Fuente: INVIAS, 2016

3.2. Deformaciones superficiales

- **Abultamientos y hundimientos**

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba en la carpeta asfáltica, originados por factores de levantamiento de losas de concreto que ha sido cubierto por una carpeta asfáltica, expansión por congelamiento, infiltración y elevación de material en una grieta por combinación de cargas de tráfico y deficiencia de drenaje en el paquete estructural. Por otro lado, los hundimientos son desplazamientos hacia abajo de manera abrupta. Se diferencia de los desplazamientos, ya que estos últimos son ocasionados por inestabilidad del pavimento. Ver Figura 16.



Figura 16. Abultamiento y hundimiento del pavimento.

Fuente: Del Valle, 2017

- **Corrugación**

Es una sucesión de cimas y depresiones que se dan en intervalos muy normalizados, regularmente a menos de 3.0 m. Dichas cimas son perpendiculares a la dirección del tráfico. Este tipo de falla es a causa de acciones del tráfico más una carpeta o base inestable. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3 m de separación entre ellos, el daño se denominará como corrugación. Ver Figura 17.



Figura 17. Corrugación en pavimento flexible.

Fuente: Anupoju, 2016

- **Depresión**

Formada comúnmente por el asentamiento de la subrasante y la incorrecta construcción en las capas superiores del pavimento. Son sectores o áreas con niveles más bajos que el pavimento que se encuentran a su alrededor y llegan a ser visibles después de la lluvia, donde el agua se empoza y forma pequeños charcos, dejando manchas cuando la superficie es seca. Además, estas fallas pueden generar alguna rugosidad en la superficie y si son profundas o

están llenas de agua pueden causar hidropneumático, donde se pierde adherencia entre la rueda y el pavimento. Ver Figura 18.



Figura 18. Depresión alrededor del pavimento.

Fuente: Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.

- **Ahuellamiento**

Depresiones en la banda de rodadura, lo que hace que se genere levantamientos en las zonas adyacentes. Son causadas por: insuficiencia en la compactación en el desarrollo de la construcción, deformación estable de las capas del pavimento o subrasante (por la consolidación o movimiento lateral de los materiales), por las cargas de tránsito, altas temperaturas y por alteración plástica de la mezcla asfáltica. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento. Ver Figura 19.



Figura 19. Ahuellamiento en pavimento flexible.

Fuente: Andaluz, 2017

- **Desplazamiento**

Falla que normalmente ocurre en pavimentos con mezclas asfálticas inestables (emulsiones). Es un corrimiento de una zona localizada del pavimento que forman cordones laterales causados por: desplazamiento de mezcla; cargas de tráfico, produciendo una onda corta y brusca en esta superficie; desplazamientos asfálticos que confinan pavimentos rígidos, exceso de asfalto, una adherencia impropia por insuficiencia en el riego de liga, entre otros. Ver Figura 20.



Figura 20. Desplazamiento en pavimento flexible.

Fuente: Del Valle, 2017

- **Hinchamiento**

Es un pandeo hacia arriba de la superficie de los pavimentos con una extensa onda y gradual con una longitud que supera los 3.0 m. Esta falla puede estar o ir de la mano de agrietamiento superficial expansivo. Usualmente este daño es ocasionado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos. Ver Figura 21.



Figura 21. Hinchamiento en pavimento flexible.

Fuente: Rodríguez, 2009

3.3. Desintegración del pavimento. Vásquez, V (2002) también menciona que la desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Estas son las fallas que están asociadas a la desintegración:

- **Baches**

Son depresiones pequeñas, usualmente con diámetros menores a 0.90 m y con forma de tazón. Esta falla llega a generarse cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie asfáltica y su crecimiento se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Con frecuencia los baches son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los baches son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Otros factores que llegan a producir estas depresiones, son por defectos constructivos, subdrenajes inadecuados y un mal diseño del paquete estructural. Ver Figura 22.



Figura 22. Baches de gran magnitud en la ciudad de Piura, siendo un riesgo para el usuario.

Fuente: Radio Cutivalú, 2017

- **Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregado**

Es la desintegración del pavimento como consecuencia de la pérdida del ligante bituminoso, causando así el desprendimiento de los agregados pétreos de la carpeta e incrementando la macrotextura del pavimento. Los principales factores que provocan este tipo de falla son:

- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.

- Ablandamiento de superficie y pérdida de agregado debido al derrame de aceite de los vehículos.
- Falla de adherencia agregado-asfalto debido a la acción del tránsito y clima.

Ver Figura 23.



Figura 23. Peladura y desprendimiento de agregado.

Fuente: León, 2017

3.4. Otros deterioros

- **Exudación**

Esta falla hace referencia al material bituminoso en la superficie, donde se produce un afloramiento o película formando una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa durante un tiempo cálido.

Esto es originado por el exceso de asfalto en el diseño de mezcla, por el exceso de aplicación de un sellante bituminoso o por un bajo contenido de vacíos de aire; y ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y se expande en toda la superficie. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante climas fríos, el asfalto se acumulará en la superficie. Ver Figura 24.



Figura 24. Exudación en pavimentos asfálticos.

Fuente: Corredor & Corros, 2010

- **Agregado pulido**

El agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, haciendo que la adherencia con las llantas del vehículo se reduzca considerablemente. Este tipo de falla o deterioro es causado por la repetición de cargas de tránsito, además de la insuficiente porción de agregados extendida sobre el asfalto y la falta de agregados angulares para proporcionar una buena adherencia de las llantas con el pavimento. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa. Ver Figura 25.

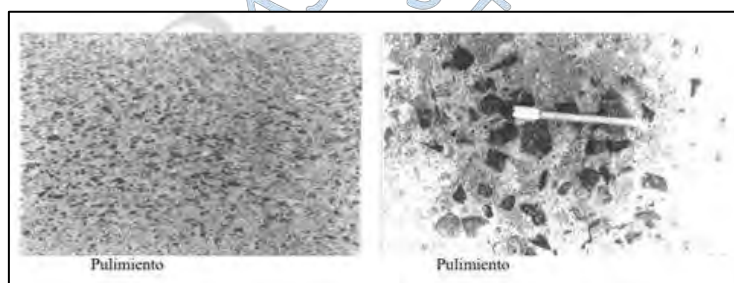


Figura 25. Agregado pulido en pavimentos flexibles.

Fuente: Ministerio de obras públicas y comunicaciones, 1990

- **Desnivel carril-berma**

Esta falla es visualizada por el desnivel existente entre el borde del carril y la berma. Esto es provocado por la erosión de la berma, el asentamiento de berma o la colocación de nuevas carpetas en la calzada sin ajustar debidamente la berma. Ver Figura 26.



Figura 26. Desnivel carril-berma.

Fuente: Berrones & Herrán, 2013

- **Parches y parches de cortes utilitarios**

Es un área en el pavimento que ha sido reemplazada por algún otro material nuevo para reparar el pavimento. Si bien esto no suena como un deterioro del pavimento, es un defecto para el pavimento; ya que no se encuentra en las mismas condiciones que el pavimento original. Estos parches pueden ser por alguna falla existente o por algún corte utilitario, que hace referencia a las reparaciones por servicios de agua o desagüe, cableado eléctrico, entre otros trabajos similares. Ver Figura 27 y Figura 28.



Figura 27. Parche en pavimentos flexibles.

Fuente: TV cosmo, 2018



Figura 28. Parche de corte utilitario en pavimentos flexibles.

Fuente: Ilo Perú en línea, 2015

Capítulo 3

Índice de condición de pavimentos (PCI)

1. Método del PCI

Según la norma ASTM D6433, este método permite evaluar pavimentos flexibles y rígidos para lograr determinar un índice de integridad estructural y de condición operacional de la superficie a través de inspecciones visuales, teniendo en cuenta su clase, severidad y cantidad de fallas presentes. Calcular el estado en que se encuentra el pavimento favorecerá un tratamiento, mantenimiento y reparación adecuada. Su aplicación es accesible, ya que no requiere herramientas especializadas para la evaluación.

El método cuenta con un catálogo de 19 tipos de fallas y una gran cantidad de combinaciones es por ello que cuenta con un factor de ponderación, denominado “valor deducido”, con el fin de ver el grado que afecta a la condición del pavimento, en cada combinación de deterioro, severidad y densidad.

Este método califica la condición del pavimento según una escala que varía desde cero (0), siendo un pavimento fallado; hasta cien (100), tratándose de un pavimento en excelentes condiciones. Ver Figura 29.

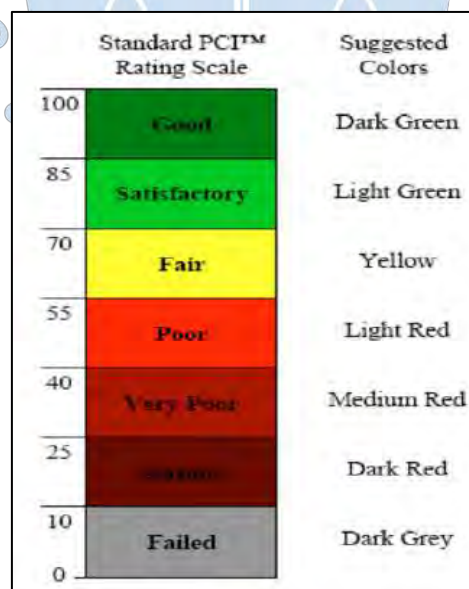


Figura 29. Escala de clasificación del PCI

Fuente: ASTM D6433-07

2. Historia del PCI

La observación y determinación de los diferentes tipos de fallas que se puedan encontrar en una vía, era una ayuda e indicio para determinar el estado en que se encuentra. De esta manera, se abren las puertas para obtener un sistema de administración del mantenimiento en pavimentos rígidos y flexibles; desarrollándose entre los años 1974 y 1976 por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los EEUU y ejecutado por los ingenieros Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn, el método del Índice de Condición de Pavimento (PCI) (Kolbe, 2003).

El método de PCI, años más tarde, ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado para evaluación del estado de los pavimentos en aeropuertos, carreteras y estacionamientos; por diversas agencias como la *Federal Aviation Administration* (FAA 1982), el *U.S. Department of Defence* (U.S. Air Force 1981 y U.S Army 1982), la *American Public Work Association* (APWA 1984). Además ha sido publicado por el ASTM como método y análisis de aplicación tanto en carreteras como en pavimentos aeroportuarios (ASTM D6433 y ASTM D5340, respectivamente).

Este método también ha sido recomendado en 1982 mediante su Circular AC 150/5380-6 de 03/12/1982, denominada “*Guidelines and Procedures for Maintenance for Airport Pavement*”, teniendo un amplio uso en los aeropuertos de EE.UU.

En el Perú, esta metodología se utilizó por primera vez en el año 1990 a cargo del Ing.W.Gutiérrez Lazares en contrato por servicios para la entonces Unidad Ejecutora de Proyecto (UEP) con el fin de evaluar los puntos críticos de la carretera Panamericana Sur hasta La Concordia. El método proporcionó resultados tan cercanos a la realidad pudiendo determinar un mantenimiento adecuado y sin mayores costos, validando así su operatividad por parte del contratista (Cruz, 2018).

3. Objetivos principales

- Obtener un indicador que compare el comportamiento y condición del pavimento y de esta manera lograr tener estrategias de mantenimiento y rehabilitación inmediata en la vía; seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio.
- Determinar el estado de un pavimento según su nivel de servicio que ofrece al usuario; con el fin de mejorar la condición de confort para la población y de forma indirecta, cuantificar su integridad estructural, por medio del cálculo del índice de condición del mismo.

4. Terminología

Acto seguido se definirán los principales términos que se usan en el método:

Red de pavimento. Conjunto de pavimentos, en una sola entidad y conforma una función específica.

Tramo de pavimento. Parte reconocible de la red de pavimento. Por ejemplo, un camino o estacionamiento en un tramo separado.

Sección de pavimento. Área de pavimento continua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. La sección tiene que tener un mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

Unidad de muestra del pavimento. Subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 ± 90 m², si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para acomodar condiciones de campo específicas. Tener en cuenta que se aplica solo para el caso de pavimentos flexibles.

Muestra al azar. Unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio, como los procesamientos aleatorios sistemáticos.

Grado de la condición del pavimento. Grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

Índice de condición del pavimento (PCI). Descripción cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor del PCI que varía entre “fallado” hasta “excelente”.

Fallas del pavimento. Son indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas de tráfico, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas.

Valor de Deducción (VD). Factor de ponderación que define el grado que afecta la condición del pavimento, teniendo en cuenta la falla, severidad y cantidad.

5. Materiales e instrumentos

El Método del PCI permite una inspección visual tradicional en campo con los siguientes materiales e instrumentos:

Odómetro manual. Es el instrumento más utilizado para este método, utilizado para medir distancias en calles, carreteras, caminos, etc. Ver Figura 30.



Figura 30. Odómetro manual

Fuente: Cablematic

Regla o Cordel. Sirve para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento en estudio

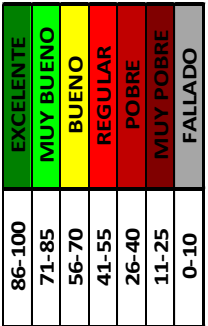
Conos de seguridad vial. Sirve para aislar el área de calle en estudio, ya que el tráfico representa un peligro para los inspectores que tienen que caminar sobre el pavimento. Previene accidentes durante la inspección.

Plano de distribución. Plano donde se esquematiza la red de pavimento que será evaluada.

Libreta de campo. Sirve para realizar apuntes que se relacionan a la inspección.

Hoja de datos de campo. Formato donde se apunta la información que se obtiene durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades, y nombres del personal encargado de la inspección. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Hoja de evaluación del pavimento asfáltico

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO										
Proyecto: Fecha: Responsable: Del: Muestra: Sección: AI:										
1 Piel de cocodrilo 2 Exudación 3 Fisuras en bloque 4 Alburtamientos 5 Hundimientos 6 Corrugación 7 Depresión	m2 m2 m2 m m m2 m2	8 Fisura de borde 9 Fisura de reflexión de junta 10 Desnivel carril - berma 11 Fisuras longitudinales y transv. 12 Parches y parches de cortes utilit. 13 Agregado pulido 14 Baches	m m m m2 m2 N°	15 Ahuellamiento 16 Desplazamiento 17 Fisura parabólica o deslizamiento 18 Hinchamiento 19 Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2 m2 m2 m2 m2					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC										
			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							

Fuente: Hoja de inspección ASTM D6433-03 / Elaboración propia.

6. Muestreo y unidades de muestra

Para American Society for Testing and Materials (2004) el procedimiento para llevar a cabo el muestreo es el siguiente:

- Reconocer tramos usando el plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos.
- Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como historia de la construcción, tráfico y condición del pavimento.
- Dividir las secciones establecidas en unidades de muestras y tales dimensiones variarán de la siguiente manera:

La superficie de rodadura asfáltica, requiere que la unidad de muestra esté en el rango de 225 ± 90 m².

Se recomienda un valor medio de los rangos y por ningún motivo se debe tomar fuera de este. De acuerdo al tipo de pavimento se muestran las unidades de muestreo en la Tabla 3.

Tabla 3. Unidades de muestreo según el tipo de pavimento.

Tipo de Pavimento	Tamaño de la Muestra		
	Mínimo	Ideal	Máximo
Flexible	135 m ²	225 m ²	315 m ²
Compuesto (Pavimento rígido con refuerzo de pavimento flexible)			

Fuente: ASTM D6433-16

- Marcar o identificar las unidades de muestras individuales a ser inspeccionadas con el objetivo de que permita a los inspectores, localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento y sean fácilmente reubicables, a fin de que sea posible verificar las fallas existentes, la examinación de variaciones de la unidad de muestra con el tiempo.
- Elegir las unidades de muestra a ser inspeccionadas y su número puede variar del siguiente modo: teniendo en cuenta todas las unidades de muestra de la sección, considerando un número de unidades de muestra que nos garantice un nivel de confiabilidad del 95% o considerando un número menor de unidades de muestra.

- Todas las unidades de muestra deben ser inspeccionadas para determinar el valor del PCI promedio en la sección. Este es ideal para un mejor mantenimiento y reparación necesaria.
- El número mínimo de unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección, para obtener un valor 95% de confiabilidad, se determina aplicando la Ec.3 y redondeando el valor de “n” al próximo número entero mayor.

$$n = \frac{N * s^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right) * (N - 1) + s^2} \quad (3)$$

Donde:

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e=+/- 5 puntos del PCI.

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección se asume que la desviación estándar es 10 para pavimentos flexibles y 15 para pavimento de concreto. Esta suposición debe ser comprobada de la forma como se describe a continuación después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de “n”.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

- Si obtener el 95% de confiabilidad es crítico, la conveniencia del número de unidades inspeccionadas debe ser verificada. El número de unidades de muestra fue estimado con base en un valor de desviación estándar asumido. Calcular el valor actual de la desviación estándar de la siguiente manera (ver Ec. 4):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_s)^2}{\sqrt{n-1}} \quad (4)$$

Donde:

PCI_i = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas *i*.

PCI_s = valor PCI de la sección.

n = número total de unidades de muestra inspeccionadas.

- Calcular el número revisado mínimo de unidades de muestra (Ec. 3) a ser examinadas utilizando la desviación estándar deducida (Ec. 4). Si el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Estas unidades de muestra deben ser espaciadas uniformemente a través de la sección. Repetir este proceso de chequeo del número de unidades de muestra revisado, e inspeccionar las unidades de muestra adicionales al azar hasta que el número total de unidades de muestra inspeccionadas sea igual o mayor al número mínimo requerido de unidades de muestra “*n*” obtenido de la Ec. 3, usando la desviación estándar total de muestra real.
- Cuando el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas, calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades llegando a utilizar el muestreo sistemático al azar. El intervalo del espaciamiento “*i*” de la unidades a ser muestreadas debe ser calculado mediante la fórmula Ec. 5 redondeado el resultado al próximo número entero menor:

$$i = \frac{N}{n} \quad (5)$$

- Las unidades de muestra adicionales deben ser inspeccionadas sólo cuando se observan las fallas no representativas. Estas unidades de muestras son seleccionadas por el usuario.

7. Procedimiento de inspección

Una vez hecho el cálculo y selección de las unidades de muestra, se da inicio a la inspección visual en campo con los instrumentos y materiales mencionados; teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Reconocer individualmente cada unidad de muestra.
- Registrar en la hoja de datos de cada unidad de muestra: tramo, número de unidad de muestra y área.
- Se registra la cuantificación de fallas encontradas en la unidad de muestra inspeccionada; así como su severidad y medición. Ver Anexo A
- Repetir el procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

8. Cálculo del PCI en pavimentos flexibles

Siguiendo con lo especificado en American Society of Testing and Materials (2004) una vez realizada la inspección en campo y teniendo la cuantificación de fallas encontradas en cada unidad de muestra, se realiza el cálculo del índice de condición de pavimento (PCI). Para esto nos apoyamos del uso de la hoja de inspección, determinando inicialmente los valores deducidos (VD) para cada combinación, tipo de daño y severidad.

Determinación de los valores deducidos (VD):

- Se halla el total de cada tipo y nivel de severidad, registradas en las filas dadas en el formato. El deterioro debe estar medido con respecto a la unidad de medida de cada falla, en metros lineales, metros cuadrados o número de ocurrencia; teniendo en cuenta también el sistema de unidades que se está trabajando. Por ejemplo, en la Tabla 4, se ha visualizado fallas de piel de cocodrilo medidas en pie² de 5, 4 y 4 con una severidad baja; y 8 y 6 con una severidad alta. Para mantener el orden, se ha totalizado según el nivel de severidad, teniendo 13 pie² con severidad baja y 14 pie² con severidad alta.
- Al tener las cantidades para cada nivel de severidad, estas son divididas por el área de la unidad de muestra y multiplicada por 100 para obtener la densidad porcentual de cada falla visualizada. Por ejemplo, siguiendo en la Tabla 4, se tiene un área de unidad de muestra de 2500 pie², entonces la densidad para una severidad baja sería 0.52% y para una severidad alta 0.56%.
- Por último, el valor deducido para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad, se determina mediante el uso de curvas denominadas “valor deducido de fallas”. Ver Anexo B.

Tabla 4. Ejemplo de hoja de registro una unidad de muestra en una vía de pavimento flexible.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Ejemplo de la norma ASTM D6433-03 (unidades sistema ingles) Fecha: ASTM D6433-03 Responsable: ASTM D6433-03		Del: 0+00.0 Muestra: UMI Seccion: 2500		AI: pie ²					
1	Piel de cocodrilo	pie ²	8	Fisura de borde	pie	15	Ahuellamiento	pie ²	86-100
2	Exudación	pie ²	9	Fisura de reflexión de junta	pie	16	Desplazamiento	pie ²	71-85
3	Fisuras en bloque	pie ²	10	Desnivel carril - berma	pie	17	Fisura parabólica o deslizamiento	pie ²	56-70
4	Albultamientos	pie	11	Fisuras longitudinales y transv.	pie	18	Hinchamiento	pie ²	41-55
5	Hundimientos	pie	12	Parches y parches de cortes utilit.	pie ²	19	Peledura por intemperismo y desprendimiento de agregados	pie ²	26-40
6	Corrugación	pie ²	13	Agregado pulido	pie ²				11-25
7	Depresión	pie ²	14	Baches	N°				0-10
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1	CANTIDAD	5	4	4	8	6			
	SEVERIDAD	L	L	L	H	H			
8	CANTIDAD	32	15	18	24	41			
	SEVERIDAD	L	L	L	L	L			
9	CANTIDAD	20	15	35	27	23	10	13	
	SEVERIDAD	M	M	M	M	M	M	M	
12	CANTIDAD	12	10						143
	SEVERIDAD	H	H						
14	CANTIDAD	1							22
	SEVERIDAD	L							
15	CANTIDAD	4	9	8					1
	SEVERIDAD	L	L	L					
19	CANTIDAD	250							21
	SEVERIDAD	L							
	CANTIDAD								250
	SEVERIDAD								
	CANTIDAD								
	SEVERIDAD								
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN						
1	0.52	L	7.9						
1	0.56	H	23.4						
8	5.20	L	7.5						
9	5.72	M	25.1						
12	0.88	H	17.9						
14	0.04	L	11.2						
15	0.84	L	6.9						
19	10	L	5.3						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			105.2						
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			51						
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			49						
				REGULAR					

Fuente: Ejemplo de la norma ASTM D6433-03 (unidades del sistema ingles) adaptado a una hoja de cálculo de elaboración propia.

Al determinar los valores deducidos para cada combinación, se procede a determinar el máximo valor deducido corregido (VDC). Como principal consideración se tiene que: si ninguno o tan solo uno de los valores es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido, caso contrario se realiza una serie de pasos, donde inicialmente se determinará el Número admisible de valores deducidos (m).

- Se deberán ordenar los valores deducidos individuales de mayor a menor
- Determinar el número admisible de valores deducidos con la Ec. 6:

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - \text{MaxVD}_i) \quad (6)$$

Donde:

m_i = Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción para la unidad de muestreo.

MaxVD_i = Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

Para determinar el VDC se sigue un proceso de iteración.

- Determinar el número de valores deducidos (q) mayores que 2
- Determinar el valor deducido total (VDT) sumando todos los valores deducidos individuales.
- El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos “ m ”, incluyendo su parte fraccionaria.

Por ejemplo, en la Tabla 5, los valores son 25.1, 23.4, 17.9, 11.2, 7.9, 7.5, 6.9, y 4.8 (el valor 4.8 es obtenido multiplicando 5.3 por 0.9); esto se debe a que “ m ” es menor al número de valores deducidos (q), tomando solo el valor entero de números de valores deducidos, en este caso 7; y ajustando el último valor con un factor de 0.9, obtenido por la diferencia entre el número admisible (m) y el valor entero de números de valores deducidos ($7.9-7 = 0.9$).

Si contamos con un número de valores deducidos menores a “ m ”, todos los valores deducidos deben ser usados.

- Determinar el VDC en función del valor q y el VDT, haciendo uso de la curva de corrección de valores deducidos para pavimentos flexibles. Ver Figura 31.
- Se reduce el menor valor deducido a 2 para luego hallar una nueva suma de VDT. Se repite el procedimiento hasta que $q=1$.
- El máximo valor deducido corregido será el mayor de los VDC obtenidos en el proceso.

Tabla 5. Cálculo del valor deducido corregido para la determinación del PCI en una unidad de muestra

#	Valor Deducido								Total	q	VDC
1	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	7.5	6.9	4.8	104.7	8	51
2	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	7.5	6.9	2	101.9	7	50
3	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	7.5	2	2	97	6	46
4	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	2	2	2	91.5	5	47
5	25.1	23.4	17.9	11.2	2	2	2	2	85.6	4	48
6	25.1	23.4	17.9	2	2	2	2	2	76.4	3	48
7	25.1	23.4	2	2	2	2	2	2	60.5	2	49
8	25.1	2	2	2	2	2	2	2	39.1	1	38

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{VDC} = 51$$

$$\text{PCI} = 100 - 51 = 49 \text{ (REGULAR)}$$

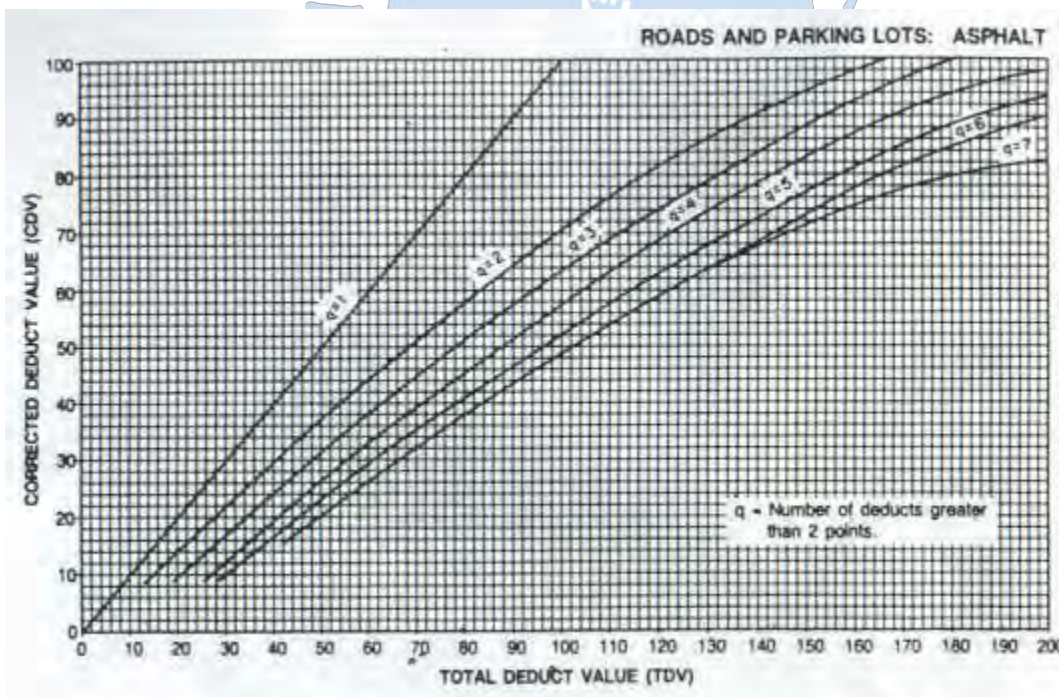


Figura 31. Curvas de corrección del Valor Deducido para Pavimentos Asfálticos.

Fuente: ASTM D6433-03

Por último, se calcula el PCI de la unidad de muestra, restándole a 100 el máximo VDC. De esta manera, se procede a calcular el PCI de la sección del pavimento, sacando el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestra; ya sea todas las unidades inventariadas o por la técnica de muestreo, solo las unidades inspeccionadas (Ec. 7).

$$PCI_t = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{mi} \times A_{mi})}{\sum_{i=1}^n A_{mi}} \quad (7)$$

Donde:

- PCI_t = PCI ponderado de la sección del pavimento.
 PCI_{mi} = PCI calculado de cada unidad de muestra.
 A_{mi} = Área de la unidad de muestra.
 n = Número de unidades de muestras.

Sin embargo, si para la técnica de muestreo se ha utilizado unidades de muestras adicionales, el promedio ponderado será calculado con la Ec. 8.

$$PCI_t = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \quad (8)$$

Donde:

- PCI_t = PCI de la sección del pavimento.
 PCI_R = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.
 PCI_A = PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.
 N = Número total de unidades de muestreo en la sección.
 A = Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.



Capítulo 4

Evaluación del PCI en la Av. Don Bosco

1. Información Previa de la Av. Don Bosco

1.1. Ubicación geográfica. La Av. Don Bosco está ubicada en toda su longitud en los distritos de Piura y Veintiséis de Octubre, de la provincia de Piura; desde El Malecón Eguiguren hasta la Av. Mario Galán siendo su longitud de 6.099 km aproximadamente. Ver Figura 32.

El distrito de Piura se ubica próximo a la línea ecuatorial a unos $4^{\circ} 4' 50''$ S y entre las longitudes $80^{\circ} 29' 30''$ O y $81^{\circ} 19' 36''$ O a unos 36 m.s.n.m a lo largo del margen del Río Piura con una extensión territorial de 330.32 km^2 . Por otro lado, el distrito 26 de Octubre con su reciente aprobación de creación en el año 2013, se encuentra a 30 m.s.n.m con una superficie territorial de 110 km^2 .

El clima en los distritos mencionados corresponde al tipo subtropical, seco y árido con características similares en regiones desérticas donde la temperatura es templada durante todo el año con una mínima de 18°C y una máxima que alcanza los 37°C . Predominan vientos con valores entre 2.1 a 3.1 m/seg y ráfagas de vientos superiores a 4 m/seg con una probabilidad de ocurrencia próxima a 5% (Díaz, 2017).



Figura 32. Ruta del tramo Av. Don Bosco.

Fuente: Google Earth, 2019

La Av. Don Bosco es una vía principal dentro del sistema vial de la Ciudad de Piura. Es la primera avenida de ingreso a la ciudad, viniendo desde la Ciudad de Chiclayo y del Bajo Piura; receptora de vehículos urbanos, interurbanos, interprovinciales, departamentales e internacionales.

1.2. Estado actual del eje vial. La red vial es la infraestructura primordial para el desarrollo de un país, la cual se llega a clasificar por redes nacionales, departamentales y vecinales. Según el Plan Vial Provincial Participativo 2010-2019 de la provincia de Piura; su sistema vial cuenta con un total de 1218.27 km, y se clasifica de la siguiente manera:

- Red vial nacional: 236.23 km (19.39%)
- Red vial departamental: 51.78 km (4.25%)
- Red vial vecinal: 930.26 km (76.36%)

Comprende un total de 115 rutas, de las cuales 5 son nacionales, 2 departamentales, 108 son vecinales de donde 20 se encuentran registradas y 88 son rutas nuevas, no registradas (Municipalidad Provincial de Piura, 2010).

Para el desarrollo de un país, no solo basta la creación de nuevas rutas sino de un buen estado de las vías, lo cual dependerá del tipo de superficie de rodadura. En la Tabla 6 se puede apreciar la relación que existe en la red vial por jerarquía y tipo de rodadura a nivel nacional, regional y provincial.

Tabla 6. Red vial por jerarquía y tipo de rodadura.

Ambito / Red Vial	Longitud (Km.)	Longitudes por Tipo de Superficie de Rodadura							
		Asfaltado		Afirmado		Sin Afirmar		Trocha	
		Km.	%	Km.	%	Km.	%	Km.	%
Perú	78,127.0	10,189.00	13.04	18,533.00	23.72	13,809.00	17.68	35,596.00	45.56
Nacional	16,967.0	8,141.00	10.42	6,640.00	8.50	1,860.00	2.38	326.00	0.42
Departamental	14,251.0	1,106.00	1.42	6,015.00	7.70	4,291.00	5.49	2839.00	3.63
Vecinal	46,909.0	942.00	1.21	5,878.00	7.52	7,658.00	9.80	32,431.00	41.51
Región Piura	4,398.0	858.50	19.52	381.90	8.68	311.20	7.08	2775.20	63.10
Nacional	857.0	664.50	15.11	126.50	2.88	29.00	0.66	37.00	0.84
Departamental	578.2	124.80	2.84	179.00	4.07	68.10	1.55	206.30	4.69
Vecinal	2,962.8	69.20	1.57	76.40	1.74	339.50	7.72	2477.70	56.34
Prov. Piura	1,218.27	289.23	23.74	192.55	15.81	331.28	27.19	405.21	33.26
Nacional	236.23	236.23	19.39						
Departamental	51.78	2.30	0.01	20.09	1.65	11.49	0.01	17.90	1.47
Vecinal	930.26	50.70	4.16	172.46	14.16	319.79	26.25	387.31	31.79
Registrada	366.86	38.43	3.15	117.86	9.67	152.83	12.54	57.74	4.74
No Registrada	563.40	12.27	1.01	54.60	4.48	166.96	13.70	329.57	27.05

Fuente: Plan Vial Provincial Participativo 2010-2019.

Información Base: MTC- Dirección General de Caminos

Si bien esto forma parte de un informe de planificación vial para el periodo 2010-2019, durante los últimos años se han ido realizando nuevas vías o se han registrado vías vecinales, como la nueva Vía de Evitamiento e intercambio vial a desnivel en el 2015, y su más reciente habilitación de su segunda calzada en el 2018, permitiendo un tráfico más fluido y canalizando las unidades de cargas pesadas (Diario el Tiempo, 2018); la Vía Alternativa de la Universidad Nacional de Piura en el 2018, cerrando la principal vía de ingreso que atravesaba la casa de estudio (La Hora, 2018); entre otras. Además, cabe recalcar que después del Fenómeno El Niño Costero en el año 2017 las vías se vieron afectadas, siendo el Gobierno Regional de Piura en conjunto con el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), quien da la iniciativa de reconstrucción de algunas avenidas en la provincia de Piura y las carreteras de Sullana-Talara y Piura-Catacaos (Gestión, 2017). Por otro lado, en el 2018, se da inicio a la rehabilitación de vías como la prolongación de la Av. Sullana, la Av. Chulucanas, la Av. José Aguilar Santisteban (vía que atraviesa el asentamiento humano Los Algarrobos) y la ampliación de la Av. Sánchez Cerro; siendo estas 3 últimas avenidas, vías que han dejado de ser de pavimento asfáltico y ahora presentan un pavimento de concreto (Revista Perú Construye, 2018).

Uno de los ejes viales urbanos de gran importancia que atraviesa los distritos de Piura y Veintiséis de Octubre, es la Av. Don Bosco, la cual en la actualidad presenta una vía pavimentada de asfalto en sus dos calzadas y que a pesar de la canalización de vehículos de cargas pesadas y la disminución del flujo vehicular, por medio de la construcción de la nueva Vía de Evitamiento; sigue siendo una de las vías más transitadas y en condiciones no favorables para el usuario y pobladores.

A continuación, se comentará acerca del estado actual de la Av. Don Bosco; tanto en su infraestructura como en su transitabilidad:

Infraestructura

Si bien la Av. Don Bosco presenta varias décadas de habilitación, donde antiguamente llevaba el nombre de Av. Circunvalación, sigue siendo una de las vías más afectadas; pues en sus inicios transitaban por ella vehículos de cargas pesadas, superando los límites de resistencia de la carpeta asfáltica y dejando así daños que ya fueron reparados. Sin embargo, estos daños han ido creciendo, debido también a colapsos de las tuberías de alcantarillado y la presencia de temporadas lluviosas. La más reciente temporada de lluvias en el 2017 provocadas por el Fenómeno El Niño Costero, dejó varias vías en Piura en condiciones casi intransitables, siendo una de estas el eje vial Av. Don Bosco, el cual luego fue reparada por el

Gobierno Regional de Piura y la Municipalidad de Piura; sin embargo, en algunos tramos no se hicieron reparaciones de alcantarillado, volviéndose a romper la estructura (Diario El Tiempo , 2018).

Flujo Vehicular

Actualmente en la Av. Don Bosco se puede encontrar vehículos livianos como mototaxis, motos lineales, autos y camionetas; así como vehículos pesados como buses o camiones furgón. En Piura, los vehículos como mototaxis, motos lineales y autos, forman parte de una gran demanda de transporte público, dando paso a un obsoleto parque automotor que año tras año va aumentando estimándose una tasa de crecimiento anual entre 5% y 7% (Consejo Regional de Seguridad Vial, 2013), ocasionando un mayor costo en el transporte, incomodidad, mayor contaminación del aire y caos vehicular en horas punta. De esta manera, podemos decir que son fundamentales los Estudios de Tráfico completos para diseños de pavimentos, ya que las cargas vehiculares pueden aumentar cada año, ocasionando daños en la estructura (Municipalidad Provincial de Piura, 2012).

Según la Oficina de Transportes y Circulación Vial de la Municipalidad Provincial, el transporte público terrestre, presenta el siguiente estado situacional:

Infraestructura Vial:

- Pocas vías pavimentadas.
- Deficiente mantenimiento de vías.
- Intersecciones y vías con geometrías inadecuadas.
- Falta de puentes peatonales.
- Falta de terminales de buses.
- Falta de vías de evitamiento.

Dispositivos de control de tránsito:

- Escasa señalización horizontal.
- Escasa cantidad de semáforos.
- Insuficiente mantenimiento de dispositivos de control de tránsito.
- Falta de personal especializado.

Teniendo en cuenta estos puntos, la avenida Don Bosco en sus 6099 m de longitud ha llegado a ser analizada en el año 2017 para un mejoramiento en su transitabilidad, considerando un pavimento rígido en su infraestructura y teniendo una buena señalización tanto para vehículos como peatones (Díaz, 2017). Ver Figura 33. Sin embargo, hasta la fecha no se ha visto indicios de esto, pues solo encontramos reparaciones o bacheos en el pavimento asfáltico; además tramos con distintas fallas y tramos con una mala pavimentación.

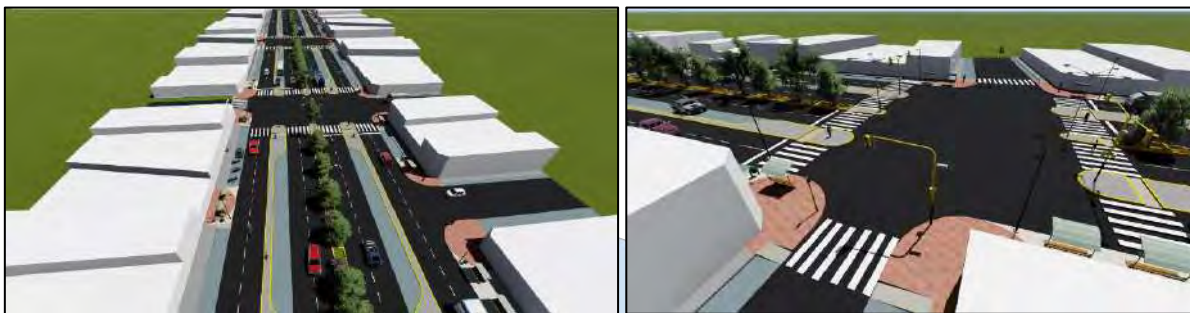


Figura 33. Modelación de la Av. Don Bosco con un mejoramiento en su transitabilidad y señalización
Fuente: Díaz, 2017

1.3. Características de la vía. La Av. Don Bosco, como ya se mencionó en apartados anteriores, es uno de los ejes viales más transitados y largos que atraviesan los distritos Veintiséis de Octubre y Piura, así como otros ejes como la Av. Grau y la Av. Sánchez Cerro; y que presenta una superficie de rodadura asfáltica en sus dos calzadas.

A lo largo de sus 6099 m, los anchos de sus calzadas presentan variaciones de 6.70 m, 8.50 m y de 11.6 m, cuenta con 6 badenes con superficie de concreto y una vía auxiliar en el margen derecho en dirección de la Av. Loreto hasta la Av. San Martín. (Díaz, 2017)

Para la evaluación de la Av. Don Bosco se ha seleccionado el tramo comprendido entre la Calle Túpac Amaru y la Calle Argentina teniendo en cuenta sus dos calzadas, cada una de 1027 m; con un total de 2054 metros lineales de pavimento flexible; y siendo este favorable para la inspección con el dron, debido a una mejor área despejada. A continuación, en la Figura 34 se observa el tramo seleccionado en sus dos calzadas.

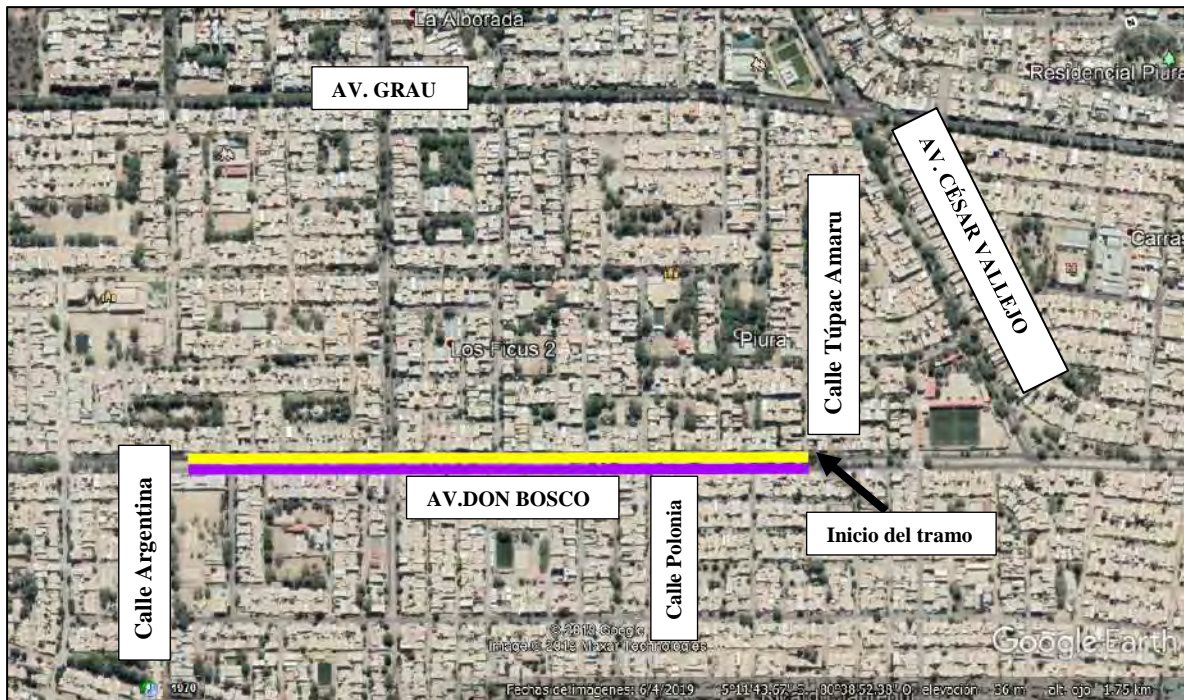


Figura 34. Tramo seleccionado para la evaluación de la Av. Don Bosco, indicando las calzadas 1 y 2 con las franjas morada y amarilla, respectivamente.

Fuente: Google Earth / Elaboración propia

- Calzada 1 (franja morada) desde la Calle Túpac Amaru hasta la Calle Argentina; con un ancho de calzada de 11.6 m.
- Calzada 2 (franja amarilla) desde la Calle Túpac Amaru hasta la Calle Polonia tiene un ancho de calzada de 8.5 m y desde la Calle Polonia hasta las Calle Argentina un ancho de calzada de 11.6 m.

La estructura de la pavimentación cuenta con una carpeta asfáltica en caliente de 2" y una imprimación previa con emulsión asfáltica, la cual actúa como ligante entre la base y la carpeta; base estabilizante con cemento, extendido, rígido y compactado con $e= 0.20$ m; donde los suelos estabilizados están constituidos con cemento Portland. Finalmente la colocación del Slurry Seal con emulsión asfáltica CSS 1hp (mortero asfáltico) como sello de toda la superficie, con el fin de minimizar deterioros; esto aplicado en ambas calzadas del tramo seleccionado (Pozo, 2017).

1.4. Antecedentes de mantenimiento de la vía. La Av. Don Bosco, al encontrarse más alejada del centro de la ciudad y ubicarse cerca de asentamientos humanos; no ha sido tomada muy en cuenta para ser materia de mantenimiento. Sin embargo, se han presentado trabajos de mantenimiento de alcantarillado o trabajos de reparación por colapsos de desagües. En investigaciones realizadas, no se encontraron expedientes técnicos de reparaciones o rehabilitaciones anteriores al 2017. Sin embargo, debido al Fenómeno del Niño Costero en el año 2017; después de mucho tiempo se dio un mantenimiento adecuado, enfatizándose mucho en lo relativo a su reconstrucción.

Se realizó el mantenimiento llamado: “Rehabilitación de la Av. Don Bosco desde la Av. Gullman hasta la Calle 02 - distrito de Veintiséis de Octubre - provincia de Piura - departamento de Piura” agosto del 2017 con un costo de S/4,364,764.52. Ver Figura 35.

Este mantenimiento a la vía urbana se llevó a cabo debido a grandes daños y un imposible tránsito vehicular consecuencia de las grandes lluvias que afectaron a la ciudad de Piura. Este proyecto buscaba dar soluciones temporales a la transitabilidad de la vía, en el nivel de bacheo y un sello asfáltico (Slurry Seal), debido a que la carpeta asfáltica se encontraba desgastada y con baches. En consecuencia, el procedimiento fue el siguiente:

“El corte del resto de las carpetas y remoción de ellas, producto del ondulamiento y piel de cocodrilo. Luego se realizó un corte del material de base que está contaminado correspondiente a la estructura del pavimento, realizándose el perfilado y compactación.” (Pozo, 2017, pág. 6). A continuación, se llegó a colocar una nueva capa de base granular estabilizada, suelo-cemento e ≈ 0.20 m, en las zonas de los baches identificados, compactándose según la normativa de las especificaciones técnicas de la base nueva y la subbase existente. También se llegó a dar una imprimación como ligante entre la carpeta asfáltica y la base como objetivo de simplificar la contaminación y el secado más rápido de la imprimación, para así poder realizar el bacheo llegando a colocar la carpeta asfáltica a reponer. Cabe resaltar que en este mantenimiento se realizó una compactación mayor e igual que el 95% de la máxima densidad seca provocada por el ensayo Proctor Standard (Pozo, 2017). Sin embargo; la empresa EPS Grau a los meses empezó con el mantenimiento de alcantarillado en la zona recientemente reparada, volviéndose a romper la estructura (Diario El Tiempo, 2018).



Figura 35. Rehabilitación de la Av. Don Bosco en el 2017 por medio del Gobierno Regional de Piura.

Fuente: Diario El Tiempo, 2018

Otra obra que se realizó después de la temporada de lluvias fue: “Rehabilitación de la Av. Don Bosco entre la Av. Gullman y la Av. Bolognesi del distrito de Piura” que inició en mayo del 2017, por medio de la Municipalidad Provincial de Piura y fue ejecutado por la empresa FORSEC contratistas generales S.A.C, teniendo un monto de S/.1’281,900.80. (Municipalidad Provincial de Piura, 2017) . Ver Figura 36.



Figura 36. Rehabilitación de la Av. Don Bosco en el 2017 por medio de la Municipalidad Provincial de Piura. Tramo Av. Gullman- Av. Bolognesi.

Fuente: Municipalidad Provincial de Piura, 2017

Por último se tiene presente un plan de inversión promovido por el Gobierno Regional de Piura, el cual fue elaborado en el año 2017, para un mejor servicio de la Av. Don Bosco, denominándose: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Don Bosco de los distritos de Piura y Veintiséis de Octubre – provincia y departamento de Piura” con un costo de S/.51’388,360.56. Donde se especifica estudios completos de tráfico, diseño geométrico, diseño de pavimento, hidrología, entre otros; teniendo en cuenta un cambio de superficie de rodadura de concreto. Además, se incluyen una

señalización óptima; la construcción de drenajes, sardineles, separadores de calzadas; entre otros. Sin embargo, este aún no se encuentra en ejecución (Díaz, 2017).

1.5. Importancia de la vía. Esta vía al ser una de las más transitadas como se explica en los puntos anteriores, es concurrida por vehículos ligeros como: autos, motos, moto taxis; los cuales son seguidamente utilizados por pobladores que viven cercanos a esta; y algunos vehículos de carga. “Esta zona urbana que pertenece al distrito de 26 de Octubre, y distrito de Piura cuenta con un número de 345,494 pobladores” (Municipalidad Provincial de Piura, 2012, pág. 34), tratando de tener un valor aproximado al año que actualmente nos encontramos. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Evolución y tendencia poblacional por distritos de la provincia de Piura.

Distritos	Pob. 1993	Pob. 2005	Pob. 2007	Pob. 2015	Pob.2020	Pob. 2030	Pob. 2032
Piura y 26 de Octubre	192551	247943	260363	309875	345494	429487	448592
Castilla	91442	120766	123692	147214	164136	204039	213115
Tambogrande	63183	92221	96451	123133	143440	194651	206906
Catacaos	54117	64822	66308	74695	80468	93387	96209
La Arena	28742	34110	34584	38349	40907	46547	47765
La Unión	27935	34540	36000	41523	45397	54263	56234
Las Lomas	26302	26547	26896	27329	27604	28161	28274
Cura Mori	13733	16545	16923	19064	20537	23834	24554
El Tallan	4334	4934	4774	5048	5227	5605	5684

Fuente: Municipalidad Provincial de Piura, 2012

La Av. Don Bosco se encuentra rodeada por casas construidas de material noble, material de la región y algunas pre-fabricadas. Además, esta zona cuenta con todos los servicios necesarios para una vida estable y social como: agua potable, luz eléctrica, internet, teléfono, servicios de TV, etc. Toda esta zona está conformada por negocios de los mismos pobladores como restaurantes, librerías, zapaterías, grifos, bodegas de abarrotes; servicios de transportes interprovinciales, interdepartamentales e internacionales; entre otros. Y todos estos servicios son usados para los mismos pobladores como por gente externa.

En dirección de la Av. Don Bosco también podemos encontrar colegios, centros de salud, asentamientos humanos y urbanizaciones aledaños a la vía. Todas estas características hacen que esta vía sea una de las principales de la Ciudad de Piura y es por ello que debe mantener un buen estado y un constante mantenimiento para ser una vía estable, concurrida por vehículos y personas sin presentar problemas.

2. Aplicación del método del PCI.

2.1. Muestreos y unidades. Para el tramo seleccionado, se presenta un total de 2054 metros lineales considerando las 2 calzadas, cada una de 1027 metros lineales. Se procede a dividir el tramo según criterios como diseño de pavimento, edad del pavimento, tráfico y condición. Sin embargo, ambas calzadas han presentado el mismo diseño, según los últimos mantenimientos; y el tráfico no es considerado como división, ya que presenta el mismo flujo vehicular en ambos sentidos. A partir de esto; se ha determinado las características y el total de unidades de muestras a inspeccionar por calzadas, debido a las condiciones en que se encuentran.

Calzada 1: Presenta un ancho de calzada de 11.6 m constante y se ha tomado unidades de muestra con dimensiones de 11.6 m x 26.5 m, teniendo áreas de 307.4 m². Sin embargo, para el final del tramo se consideró una unidad de muestra con dimensiones de 11.6 m x 20 m, con un área de 232 m², con el fin de completar la longitud de la calzada. De esta manera se obtiene un total de 39 muestras.

Calzada 2: Presenta un ancho de calzada de 8.5 m en los primeros 265 m de la calzada, cambiando a un ancho de calzada de 11.6 m constante hasta el final del tramo seleccionado. Para la sección de un ancho de calzada de 8.5 m, se ha tomado unidades de muestra con dimensiones de 8.5 m x 26.5 m, teniendo áreas de 225.5 m² y un total de 10 unidades. Para el resto del tramo, se ha tomado dimensiones de 11.6 m x 26.5 m, teniendo áreas de 307.4 m²; sin embargo para el final del tramo se consideró una unidad de muestra con dimensiones de 11.6 m x 20 m, con un área de 232 m², con el fin de completar la longitud de la calzada. De esta manera, se obtiene un total de 39 muestras.

Para el presente estudio, no se ha considerado una técnica de muestreo aleatoria con un 95 % de confiabilidad; pues se ha tomado en cuenta una inspección en gabinete con ayuda del drone. Por lo tanto, se ha considerado el 100% de inspección siendo un total de 78 unidades de muestras. Ver Figura 37.

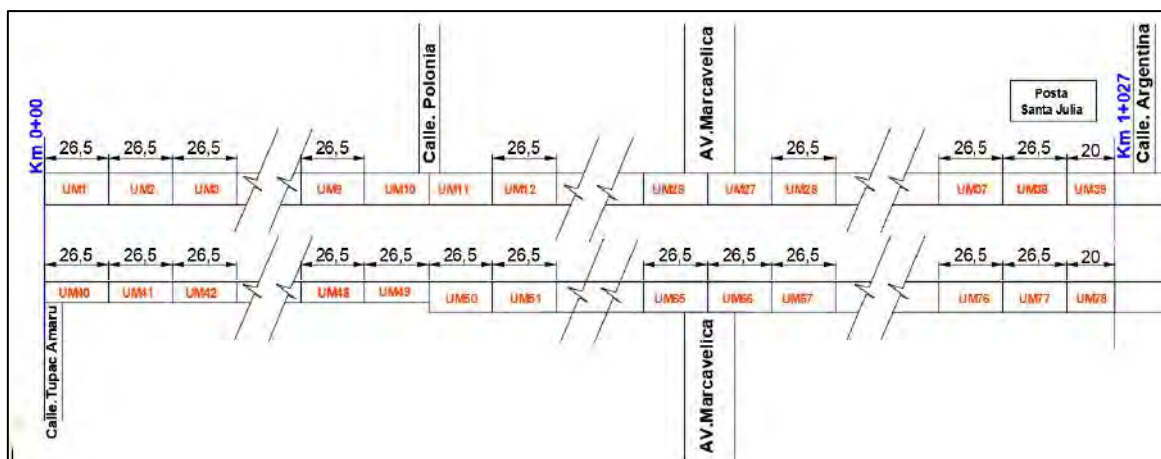


Figura 37. Plano de distribución de las unidades de muestras en ambas calzadas

Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

2.2. Proceso de inspección por medio del drone. Esta tesis se basa en adaptar una nueva forma de aplicar al método del PCI haciendo uso de la tecnología de fotogrametría mediante los vehículos aéreos no tripulados (drones), para una inspección en gabinete y disminuir largas horas de trabajo en campo. Para su desarrollo, se tendrán en cuenta los siguientes materiales e instrumentos:

Drone. Vehículo aéreo no tripulado, el cual se usará para la toma de información (captura de imágenes) del pavimento a analizar. Ejemplo: Drones DJI; serie Phantom, serie Mavic.

Aplicación móvil para vuelo. Aplicación para crear un plan de vuelo al dron y que se realice automáticamente. Ejemplo: Aplicaciones propias de la marca del dron como DJI GS Pro de la marca DJI; Pix4D Capture; etc.

Software de fotogrametrías. Programa para procesamiento de imágenes obtenidas con el dron. Se obtiene la ortofoto de la vía y el modelo digital de superficie (MDS). Ejemplo: Pix4D Mapper, Agisoft, etc.

Programas CAD. Usado para crear todo tipo de diseño técnico. Se miden longitudes y áreas de las posibles fallas encontradas en el pavimento. Ejemplo: AutoCAD.

Programas SIG. Programa con sistema de información geográfica, en él se procesa el modelo digital de superficie para la determinación de niveles. Ejemplo: QGIS.

Teniendo en cuenta la investigación de Cruz, J. (2018); el proceso se dividirá en dos etapas: una etapa en campo y otra en gabinete.

Etapa en campo:

- Se programa un vuelo del dron a una cierta altura, para tomar fotografías a una velocidad constante, teniendo como objetivo registrar del estado que se encuentra la vía; con ayuda de la aplicación móvil.

Las personas que se encarguen del vuelo deben de ser operadores o un piloto RPAS acreditados, para tener así un vuelo más seguro.

Etapa en gabinete:

- Análisis y procesamiento de imágenes que fueron tomadas con el dron para tener las ortofotos y modelos digitales en 3D que servirán para la inspección del pavimento de la vía, y determinar el PCI de esta.

Vuelo Fotogramétrico

Tipo de dron: Para esta tesis se usó el Multirotor de marca DJI, modelo Phantom 4. Ver Figura 38.



Figura 38. DJI Phantom 4.

Fuente: techradar

Plan de vuelo: Se sugiere realizarlo previamente con las aplicaciones DJI GS pro o PIX4D Capture, estos se encargan de programar el vuelo de forma automática para drones DJI.

Aquí se establece las áreas que se requiere sobrevolar mediante imágenes satelitales, a continuación se ingresan los parámetros de vuelo como el modelo de cámara del dron, porcentaje de traslape longitudinal y transversal entre fotografías y altura de vuelo. Ver Figura 39.



Figura 39. Selección del área a sobrevolar. Interfaz Pix4D Capture.

Fuente: Elaboración propia

Lo más adecuado para reconocer con más claridad las fallas para una buena aplicación del PCI es que el dron vuele a una altura de 20m o un GSD (Ground Sampling Distance) de 5mm por pixel, ya que define cuanto mide un pixel en nuestra imagen final determinando la resolución de nuestro mapa. Además como ya se menciona anteriormente se necesita traslapes longitudinales y transversales los cuales deben encontrarse en un 80% para así tener mayor número de puntos homólogos y menor correlación de estos; y posicionar la cámara con un ángulo de 90°. Ver Figura 40.

Finalmente el programa calcula de manera automática con los parámetros ingresados; el número de líneas de vuelo, velocidad y tiempo de vuelo.

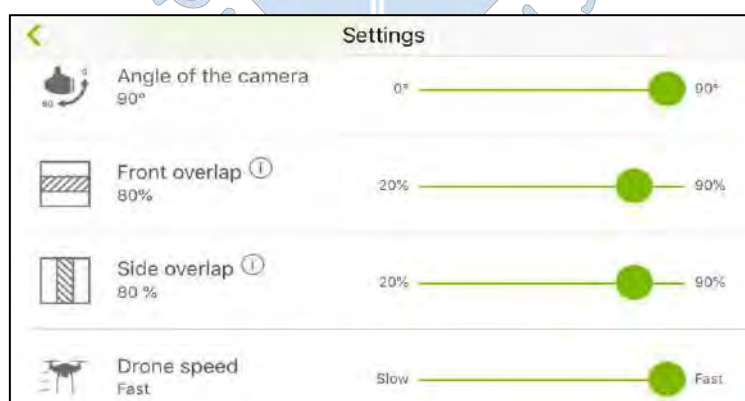


Figura 40. Opciones de configuración del dron. Interfaz Pix4D Capture.

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de vuelo: Se debe establecer una zona de despegue que se encuentre dentro o fuera de la región de evaluación donde no debe haber obstáculos para que el dron se pueda elevar sin tener dificultades y se pueda realizar el vuelo de una manera correcta.

Es recomendable que el piloto realice una lista de verificación para que el vuelo sea el adecuado:

- Hélices bien colocadas.
- Un buen porcentaje de batería del dron y radiocontrol adecuada.
- Buena conexión entre el dron y el radiocontrol.
- Beneficiosa recepción de la señal de GPS (recomendable 10 satélites)
- Seleccionar puntos de despegue y aterrizaje si se pierde la señal.
- Instalación correcta de la tarjeta de memoria.
- Cargado correctamente el plan de vuelo.

Cuando el dron empiece su trayectoria ya no es necesario que el piloto use el control manual, solo en casos especiales si se presentara algún problema que dañe la información, se tiene que parar o pausar el vuelo. Pero algo muy favorable es que se puede verificar durante el vuelo el tiempo real de la ubicación, numero de satélites del GPS, velocidad, trayectoria, imagen de transmisión, porcentaje de la batería del equipo y cantidad de fotografías tomadas por el dron. Ver Figura 41.



Figura 41. Monitoreo del vuelo en tiempo real. Interfaz Pix4D Capture.

Fuente: Elaboración propia.

Procesamiento de imágenes

Según Cruz, J (2018), este proceso se realiza en gabinete, utilizando el software Pix4D Mapper. A continuación se mencionarán los requisitos que debe tener la computadora:

- Sistema Operativo Windows 7, 8,10,64 bits o Mac OS
- 8GB de memoria RAM
- CPU Intel i5
- Tarjeta gráfica compatible con OpenGL 3.2

Procedimiento inicial: Dentro del mismo programa, se establece un nuevo proyecto y se introducen las imágenes, este programa se encarga de reconocer las características de las imágenes como el sistema de coordenadas utilizando, geolocalización, tipo de cámara y orientación de cada imagen adquirida. Ver Figura 42.

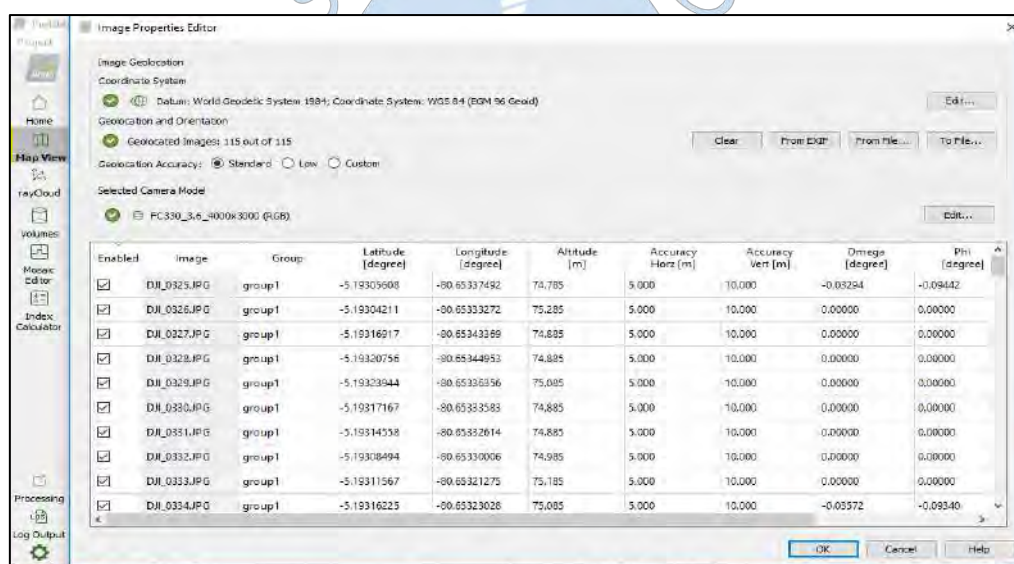


Figura 42. Ventana de creación del proyecto, con las coordenadas de cada imagen.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se lleva a cabo el procesamiento inicial, es aquí donde el programa saca los puntos clave de las imágenes (las coordenadas de cada fotografía, inclinación y resolución de cámara) para así calcular la real orientación y ubicación de las imágenes. Ver Figura 43.

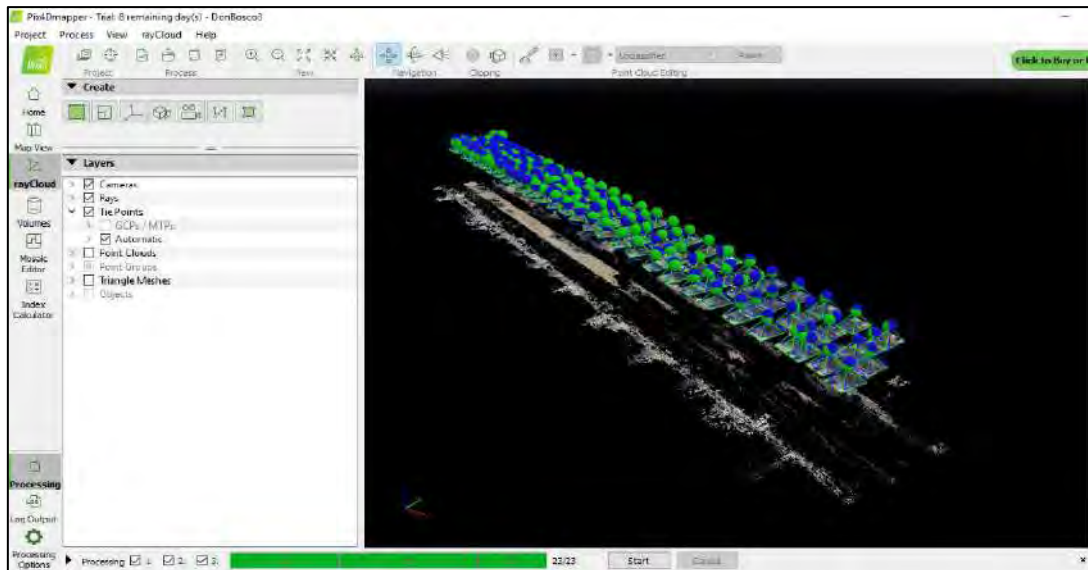


Figura 43. Resultado inicial del procesamiento en Pix4D Mapper.

Fuente: Elaboración Propia.

Nube de puntos densa: Es aquí donde se van a examinar los puntos característicos entre imágenes y los correlaciona para establecer una nube de puntos densa. Ver figura 44.

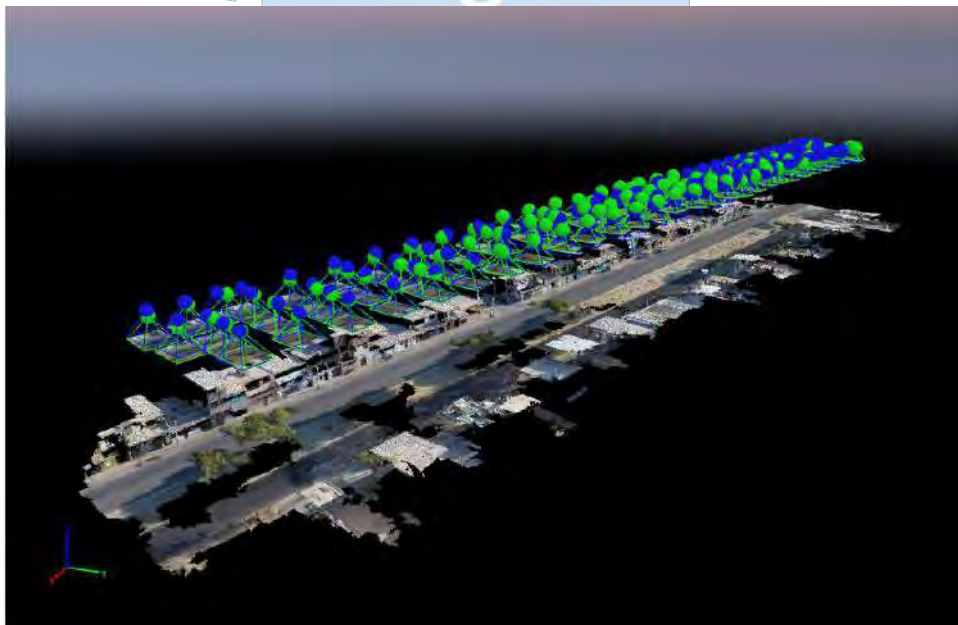


Figura 44. Desarrollo de la nube de puntos densa.

Fuente: Elaboración Propia.

El siguiente paso es desarrollar la triangulación entre puntos para originar la malla que obtiene el modelo 3D digital de la zona de evaluación. Ver Figura 45.

En esta parte se consigue realizar las mediciones de área y longitud; y medir profundidades de las diferentes fallas encontradas en el pavimento.



Figura 45. Modelo digital 3D.

Fuente: Elaboración Propia.

Ortofoto y modelo digital de superficie: Se adquiere la ortofoto georreferenciada de toda la zona de evaluación con una buena resolución. Ver Figura 46.



Figura 46. Ortofoto de la zona a evaluar.

Fuente: Elaboración Propia.

Como paso final se genera el modelo digital de superficie que simboliza las evoluciones del terreno asignando un color diferente en función a su posición espacial. Ver Figura 47.

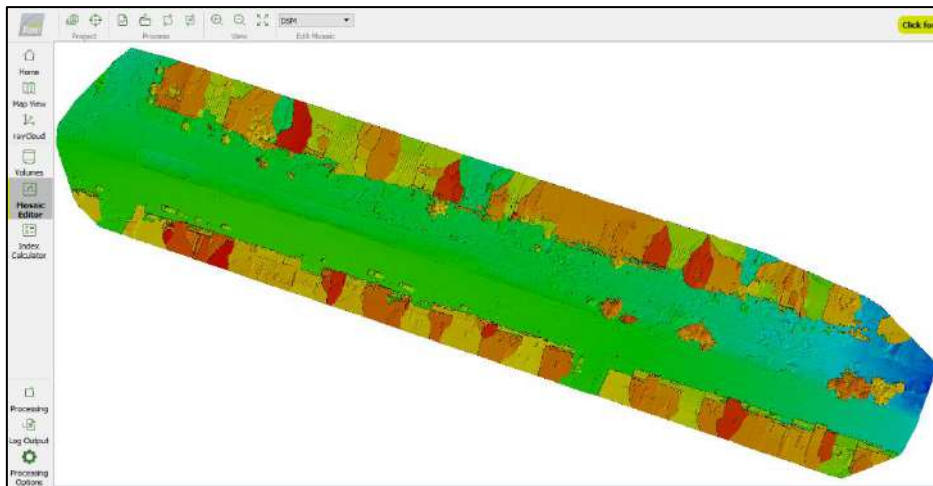


Figura 47. Modelado digital de superficie (MDS)

Fuente: Elaboración Propia.

Limpieza de obstáculos: En la ortofoto comúnmente se pueden ver vehículos o personas por el tránsito en la vía, impidiendo una buena inspección en gabinete, debido a que para este método no es necesario cerrar la vía a evaluar para realizar el vuelo del dron. Ver Figura 48.

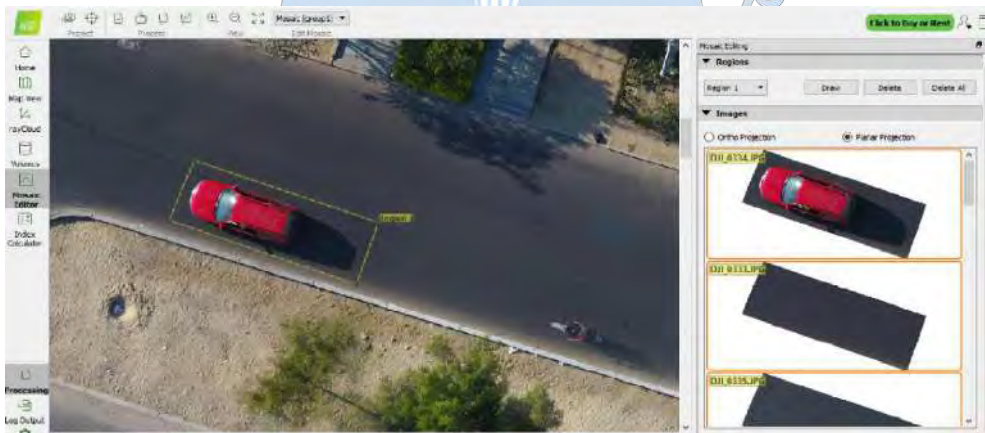


Figura 48. Vehículo capturado durante el vuelo del dron.

Fuente: Elaboración Propia.

Pero el programa admite editar la ortofoto, consiguiendo una vía limpia de vehículos para así poder desarrollar una buena inspección de ella, todo esto será posible porque contamos con imágenes traslapadas con un 80% tanto en la dirección longitudinal y transversal, cada parte del pavimento está capturada en más de una fotografía, que permite que la ortofoto sea modificable. Ver Figura 49.



Figura 49. Limpieza del vehículo en la ortofoto.

Fuente: Elaboración Propia.

Inspección de la vía

Se procederá a identificar las fallas de cada unidad de muestra con la ayuda de la ortofoto y el modelo en 3D, llegando a definir la longitud o áreas según su tipo de falla y grado de severidad; y con el modelo digital de superficie (MDS), para determinar los niveles de severidad de las fallas que necesitan una medición perpendicular al plano de la ortofoto, por ejemplo, ahuellamiento, desnivel carril-berma, depresión, corrugación etc. Esto es validado por el artículo investigativo de Zhang, Lippitt, Bogus y Neville (2016), donde se recolecta información sobre las condiciones de superficie en que se encuentran las vías rurales en Estados Unidos, empleando un vehículo aéreo no tripulado (VANT); mostrando resultados con buena precisión y confiabilidad, obteniendo diferencias de 0.5 cm con respecto a las mediciones en campo. Además, el artículo investigativo de Inzerillo, Di Mino y Roberts (2018) donde se realiza mediciones en modelos digitales de superficie con otro tipo de software.

Luego se ingresan los datos de la inspección de cada tramo en una hoja de cálculo donde se indican los diferentes tipos de fallas, severidad y densidad, para que se integre el método PCI y finalmente poder calcular la condición de cada muestra. Según la investigación comparativa de Cruz, J. (2018), el método mediante el uso del drone presenta valores de PCI bastantes cercanos al método tradicional como se puede observar en la Tabla 8, además demuestra la gran ventaja de reducción de tiempo de evaluación, donde en una vía de 510 metros fue evaluada en tan solo 7 minutos con un personal conformado por 1 operador/piloto y un asistente. Es así que valida este método como una alternativa de evaluación superficial

del pavimento mediante imágenes georeferenciadas; mejorando rendimientos en el proceso del método tradicional y las actividades de gestión.

Como último paso, los resultados se pueden exportar de CAD o GIS con la finalidad de elaborar planos específicos de las fallas que se pudieron encontrar con sus metrados respectivos y coordenadas correspondientes, para un mantenimiento y análisis posterior correctivo. Los resultados podrán ser reprocesados y analizados en cualquier momento. Ver Figura 50.

Tabla 8. Resultados del método convencional y el método con drones.

Unidad de muestra	Area (m2)	PCI convencional	VANT PCI	Diferencia
UM 01	240	54	54	0
UM 03	240	36	39	3
UM 05	240	18	18	0
UM 07	240	40	32	-8
UM 09	240	26	24	-2
UM 11	240	18	12	-6
UM 13	240	59	58	-1

Fuente: Cruz, J. (2018).

2.3. Data obtenida del drone. Para el tramo seleccionado se tuvo en cuenta en el plan de vuelo, la división de este en 3 tramos de vuelo, con el fin de disminuir tiempos de vuelo y aprovechar el porcentaje de batería del drone.

El primer tramo de vuelo, se desarrolló desde la Calle Argentina hasta la Av. Marcavelica; el segundo tramo, desde la Av. Marcavelica hasta la Calle Polonia; y el último tramo, desde la Calle Polonia hasta la Calle Túpac Amaru. Ver Figura 51.

El plan de vuelo fue desarrollado en la aplicación Pix4D Capture; considerando una altura de vuelo de 30 metros, debido a la presencia de árboles en su recorrido, teniendo así un GSD de 1.31 cm/pix. Además se realizó el vuelo con una configuración de traslape longitudinal y transversal de 80%. Ver Figura 52.

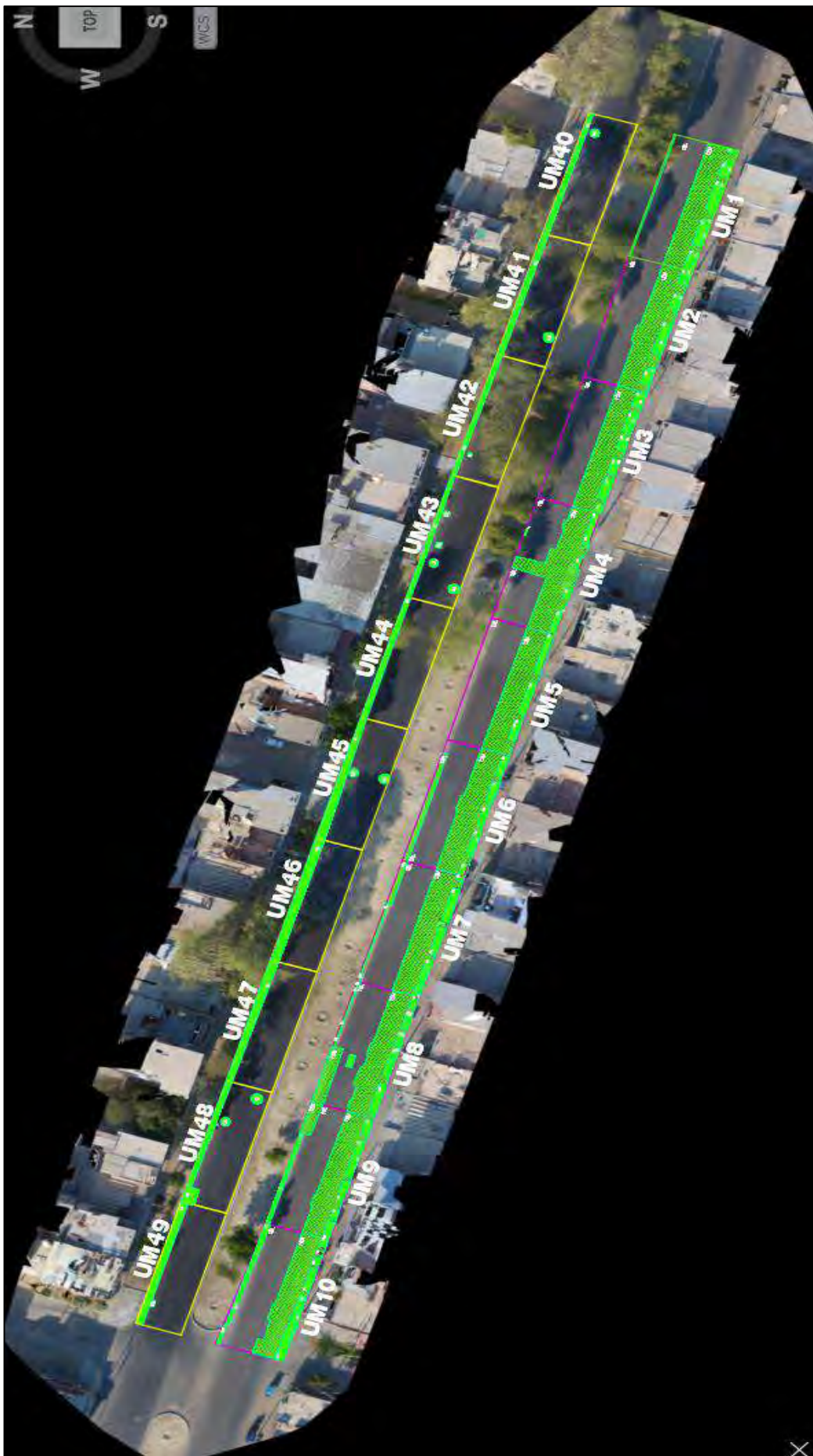


Figura 50. Identificación de las fallas encontradas en el tramo procesado; en AutoCAD y modelado 3D.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 51. Tramos de vuelo del dron en la Av. Don Bosco.
Fuente: Google Earth / Elaboración propia.



Figura 52. Ejecución de vuelo del dron
Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de vuelo y el número de fotos obtenidas con el dron, en cada tramo de vuelo, fue el siguiente: Ver Figura 53.

- Tramo 1 (franja roja): Una duración de 11 minutos y un total de 136 fotos.
- Tramo 2 (franja verde): Una duración de 14 minutos y un total de 176 fotos.
- Tramo 3 (franja azul): Una duración de 8 minutos y un total de 115 fotos.

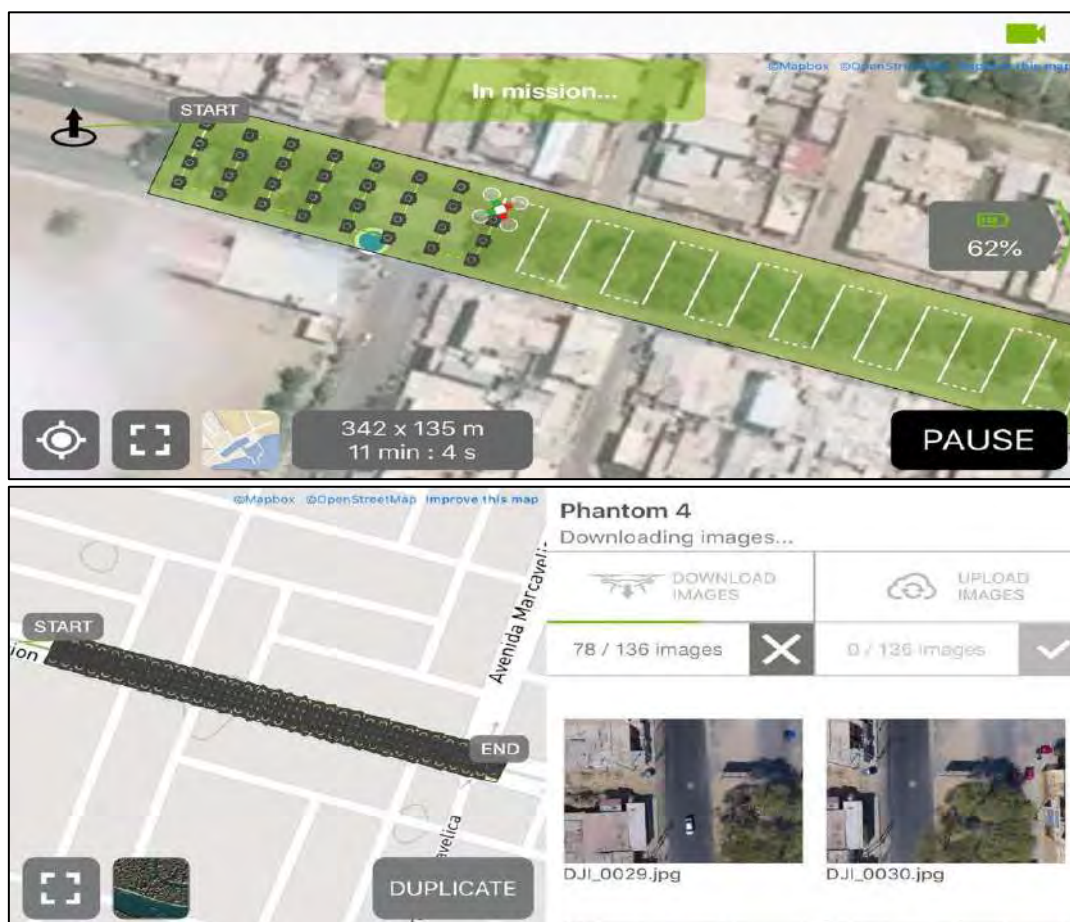


Figura 53. Vuelo y captura de imágenes.

Fuente: Pix4D Capture / Elaboración propia.

En resumen, en la etapa en campo se ha obtenido un total de 427 imágenes con dimensiones de 4000 x 3000 píxeles. A continuación, la data obtenida del dron, será procesada en 3 proyectos teniendo en cuenta los tramos mencionados, con la finalidad de agilizar el procesamiento en la interfaz de Pix4D Mapper; pues la data es muy grande para ser procesada en un solo proyecto.

2.4. Procesamiento de la data obtenida del dron. Como ejemplificación del procesamiento, se ha escogido el Tramo 1 de vuelo (Calle Argentina- Av. Marcavelica) con un total de 136 imágenes capturadas. Se da inicio al programa Pix4D Mapper y se crea un nuevo proyecto insertando la data obtenida; de esta manera, las imágenes son geolocalizadas en el mapa antes de dar inicio al proceso. Ver Figura 54.

Para dar inicio al proceso, se deberá tener cuenta las opciones de procesamiento que se muestra en la Figura 55.



Figura 54. Imágenes geolocalizadas en el mapa.

Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia

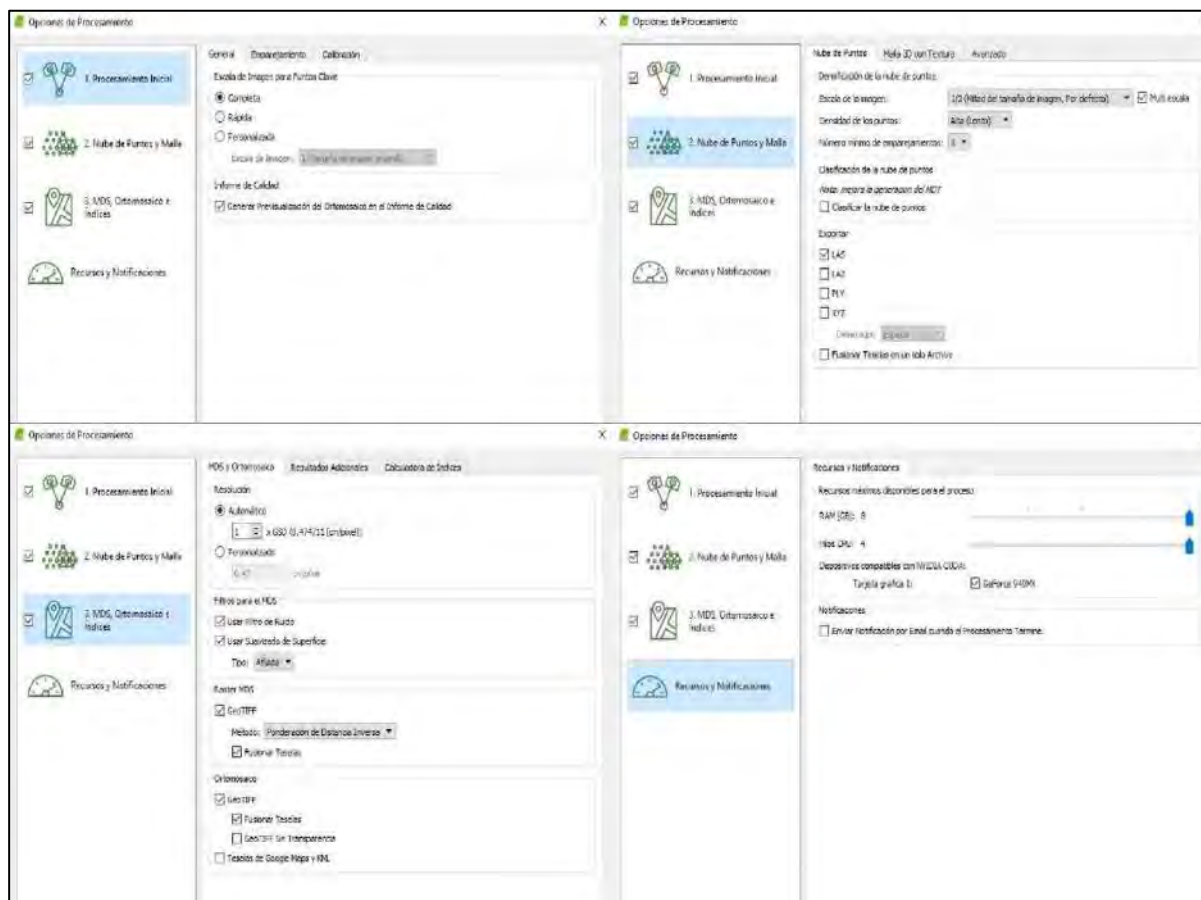


Figura 55. Opciones para el proceso inicial.

Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia.

Se obtiene el proceso inicial que consta en la calibración de imágenes, generando una nube de puntos como se muestra en la Figura 56.

A continuación, se habilita la opción de proceso de una nube de puntos densa, en el cual para este tramo se obtuvo 36'356,016 puntos. Ver Figura 57. Luego de procesar la nube de puntos densa, se habilita el proceso de triangulación para generar un modelado digital 3D del tramo. Ver Figura 58.

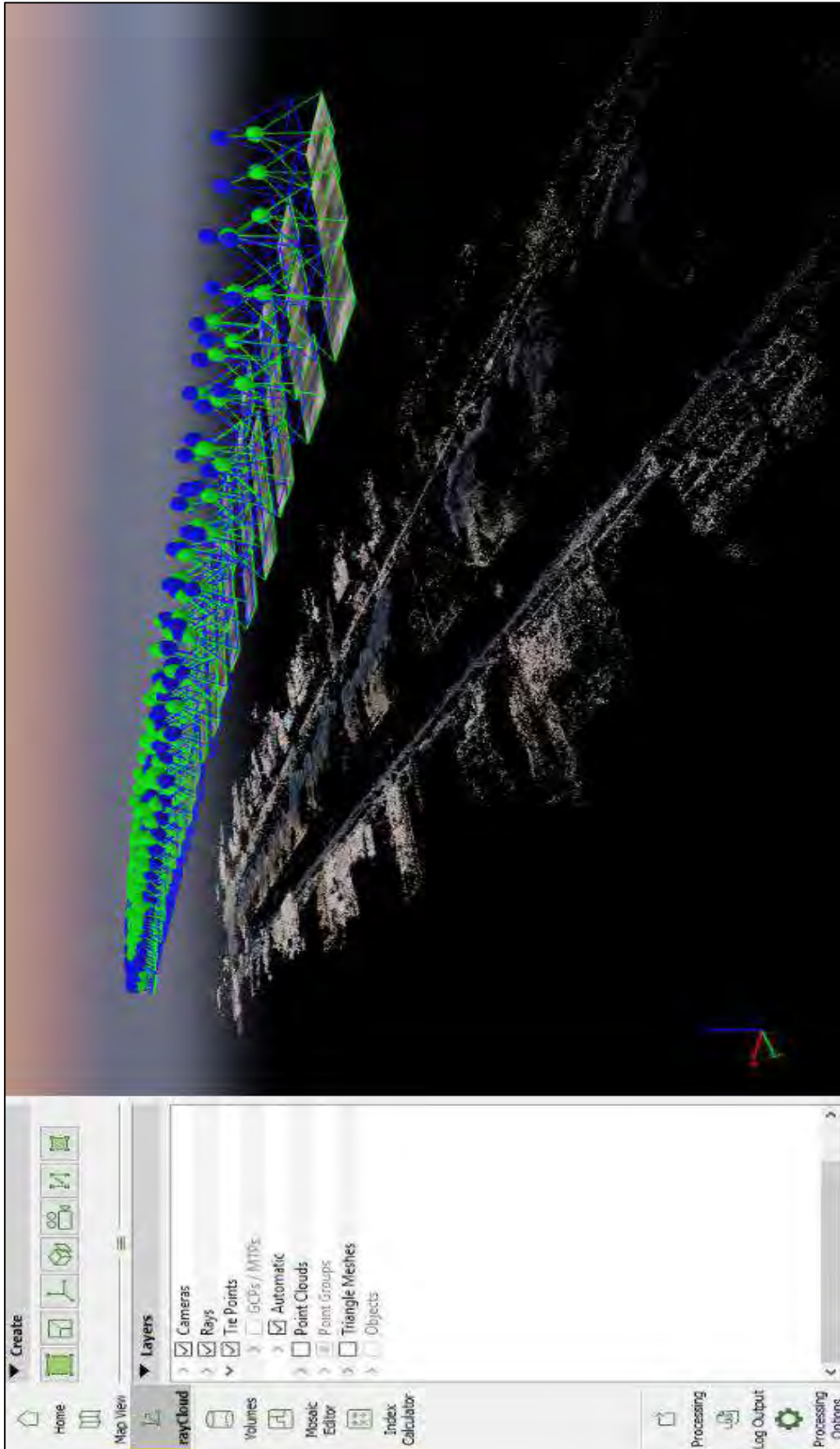


Figura 56. Resultado del proceso inicial
Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia.

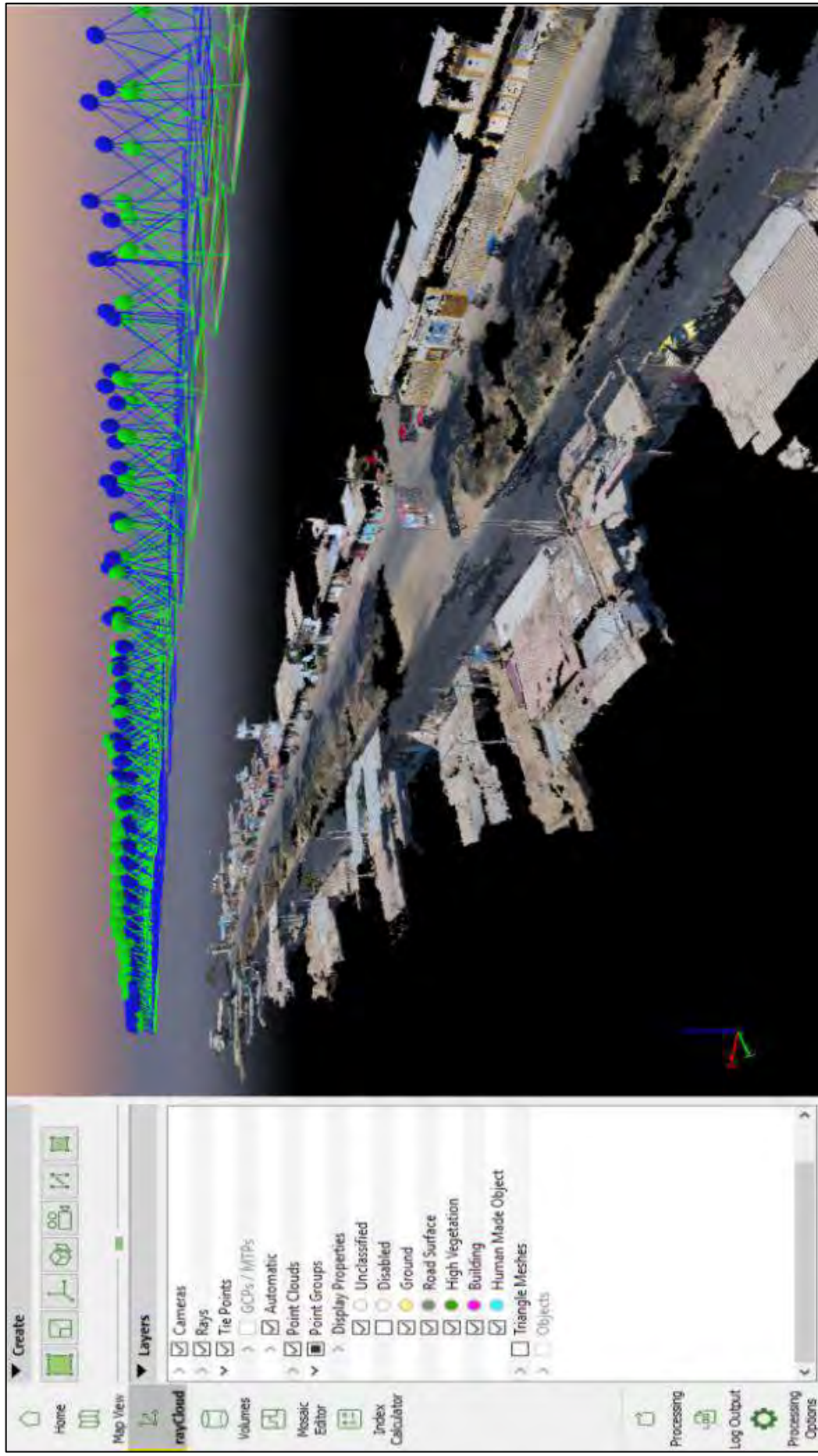


Figura 57. Resultado del proceso de nube de puntos densa.
Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia.

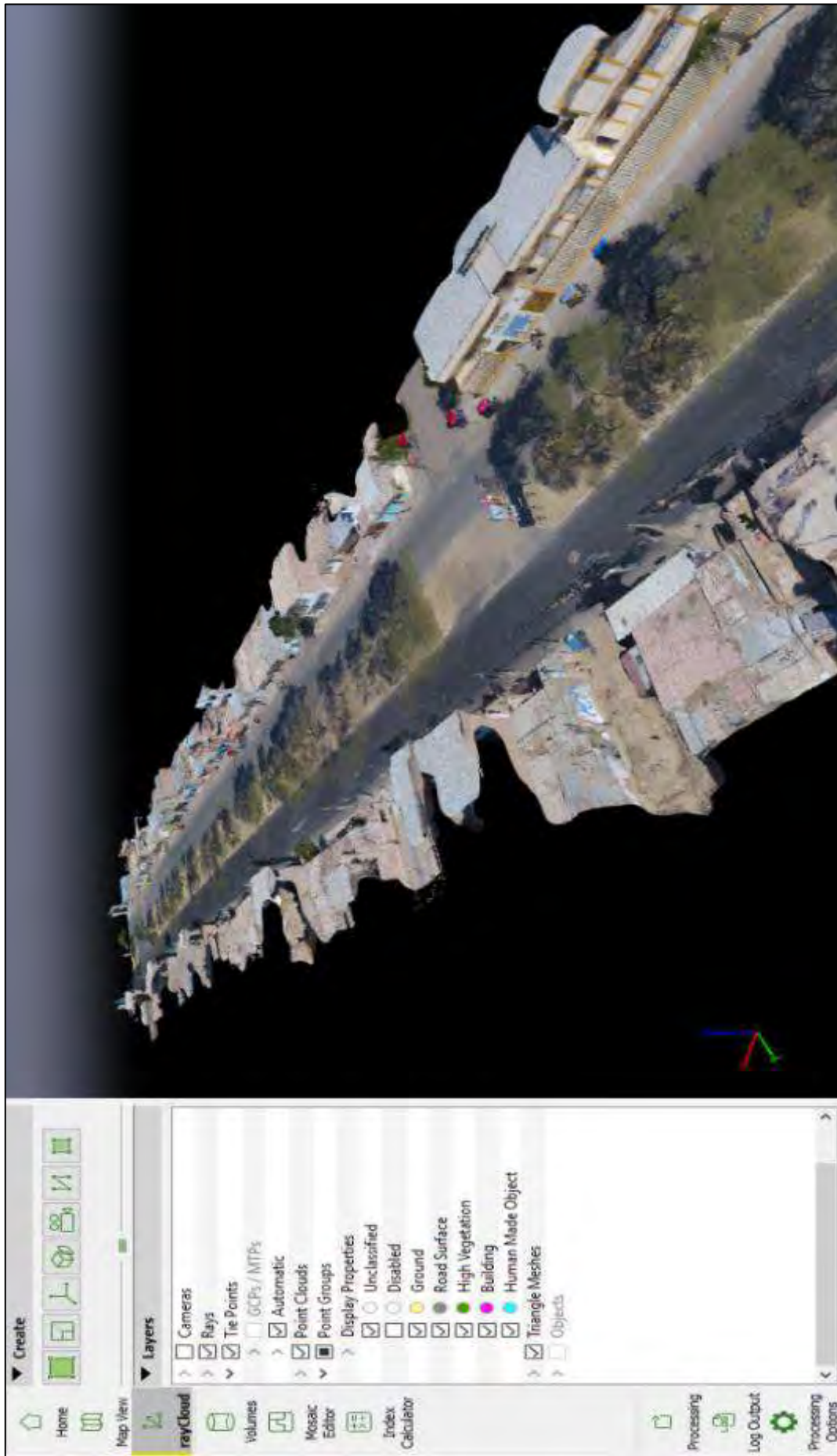


Figura 58. Resultado del proceso de triangulación, generando un modelo digital 3D.

Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia.

Además, se obtuvo la ortofoto del tramo procesado, en la cual se encontraron varios vehículos tanto en circulación como estacionados, debido a que no se cerró la vía al ejecutar el vuelo. Para esto se procede a hacer una limpieza de vehículos en la vía como se muestra en la Figura 59.

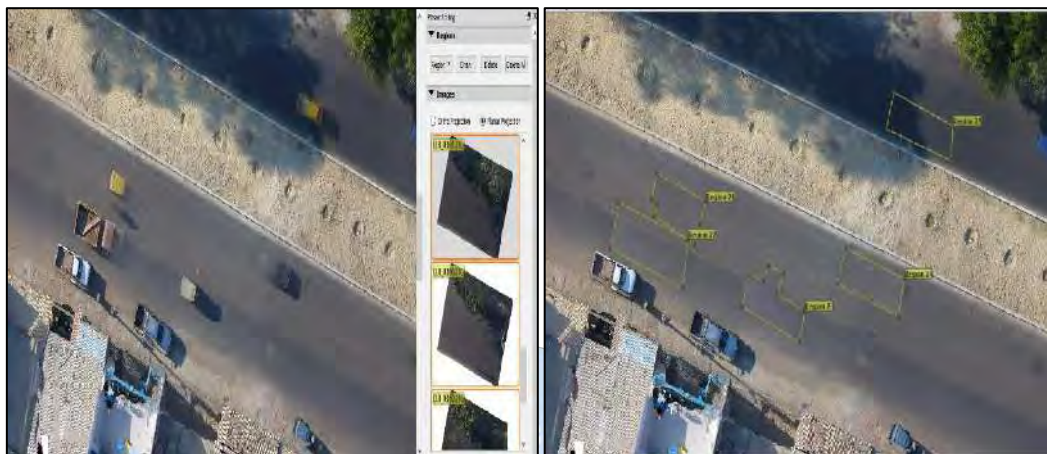


Figura 59. Proceso de limpieza de obstáculos.

Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia.

Se editaron 77 regiones en el tramo procesado, obteniendo una ortofoto de la vía parcialmente libre de obstáculos, pues se encontraban vehículos estacionados y presencia de árboles. Ver Figura 60.

Asimismo, se puede obtener el modelado digital de superficie, el cual muestra la variación de niveles (distinción de colores) a lo largo de la vía. Ver Figura 61. Finalmente, los modelados son exportados y utilizados para la inspección de la vía. La ortofoto es importada a AutoCAD para la inspección y medición de fallas. Para la inspección completa de la vía en gabinete, se ha tenido en cuenta 3 tramos de inspección abarcando las siguientes unidades de muestra, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Tramos de inspección con sus respectivas unidades de muestras

TRAMOS DE INSPECCIÓN	CALZADA 1	CALZADA 2
	Unidades de muestra	Unidades de muestra
TRAMO 1 (CALLE TUPAC AMARU- CALLE POLONIA)	UM 1 - UM 10	UM 40 - UM 49
TRAMO 2 (CALLE POLONIA- AV. MARCAVELICA)	UM 11 - UM 26	UM 50 - UM 65
TRAMO 3 (AV.MARCAVELICA- CALLE ARGENTINA)	UM 27 - UM 39	UM 66 - UM 78

Fuente: Elaboración propia



Figura 60. Ortofoto editada. Vía parcialmente libre de obstáculos
Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia.

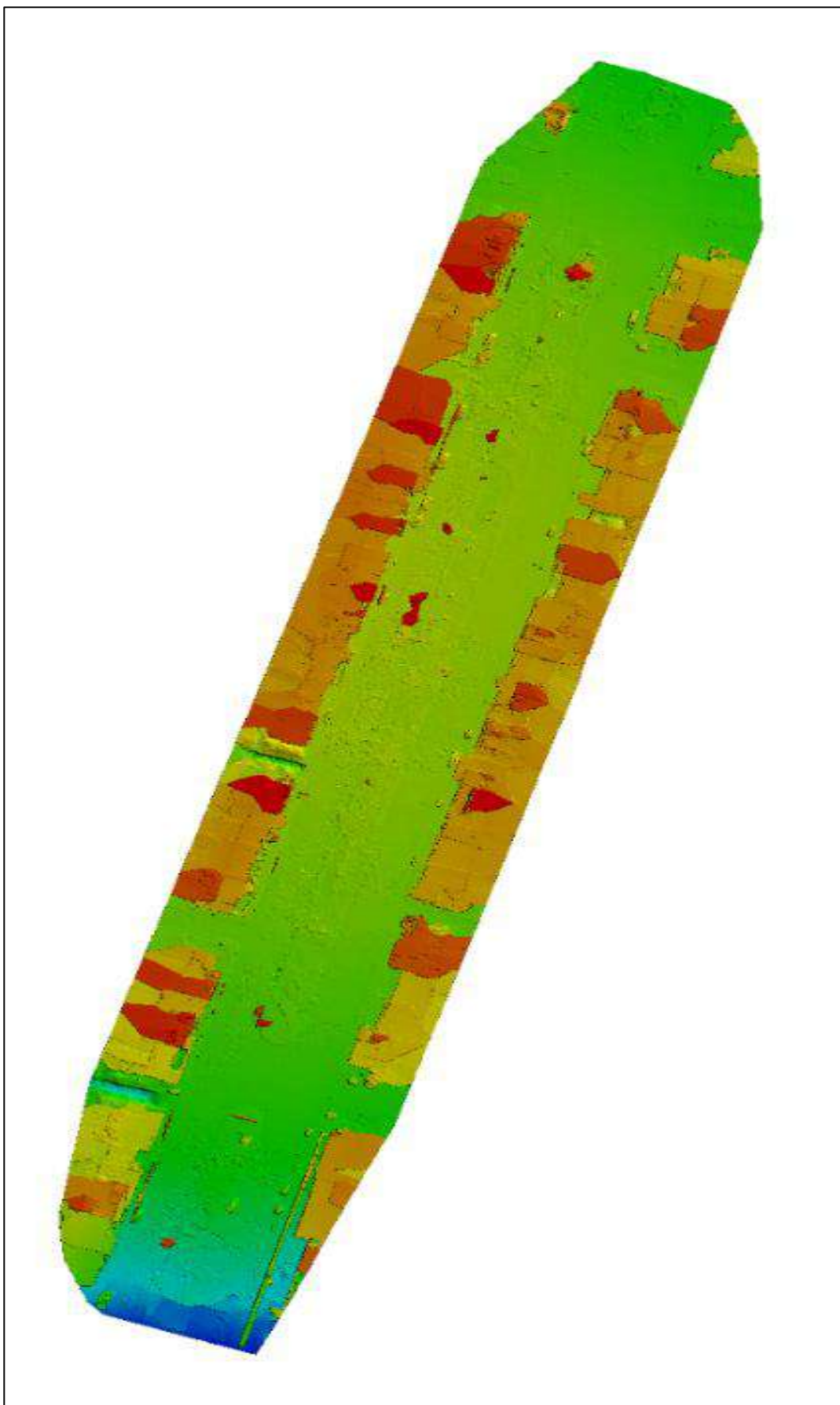


Figura 61. Modelo digital de superficie del tramo procesado.

Fuente: Pix4D Mapper / Elaboración propia

En la Figura 62, se puede observar el sombreado de fallas encontradas en la unidad de muestra 27 siguiendo una leyenda. Se puede observar fallas como: peladura, parche y bache.

Sin embargo, en algunas unidades de muestra se presentaron zonas obstruidas por la presencia de árboles, sombras y vehículos estacionados, realizando así una evaluación en campo con el fin de registrar las fallas que no eran visibles, además de corroborar las fallas encontradas con la ortofoto.

Paso siguiente, se determina la medición de las fallas y son anotadas en la hoja de datos. Para finalizar, se procede al cálculo del PCI de la unidad de muestra siguiendo los pasos del apartado 3.8.

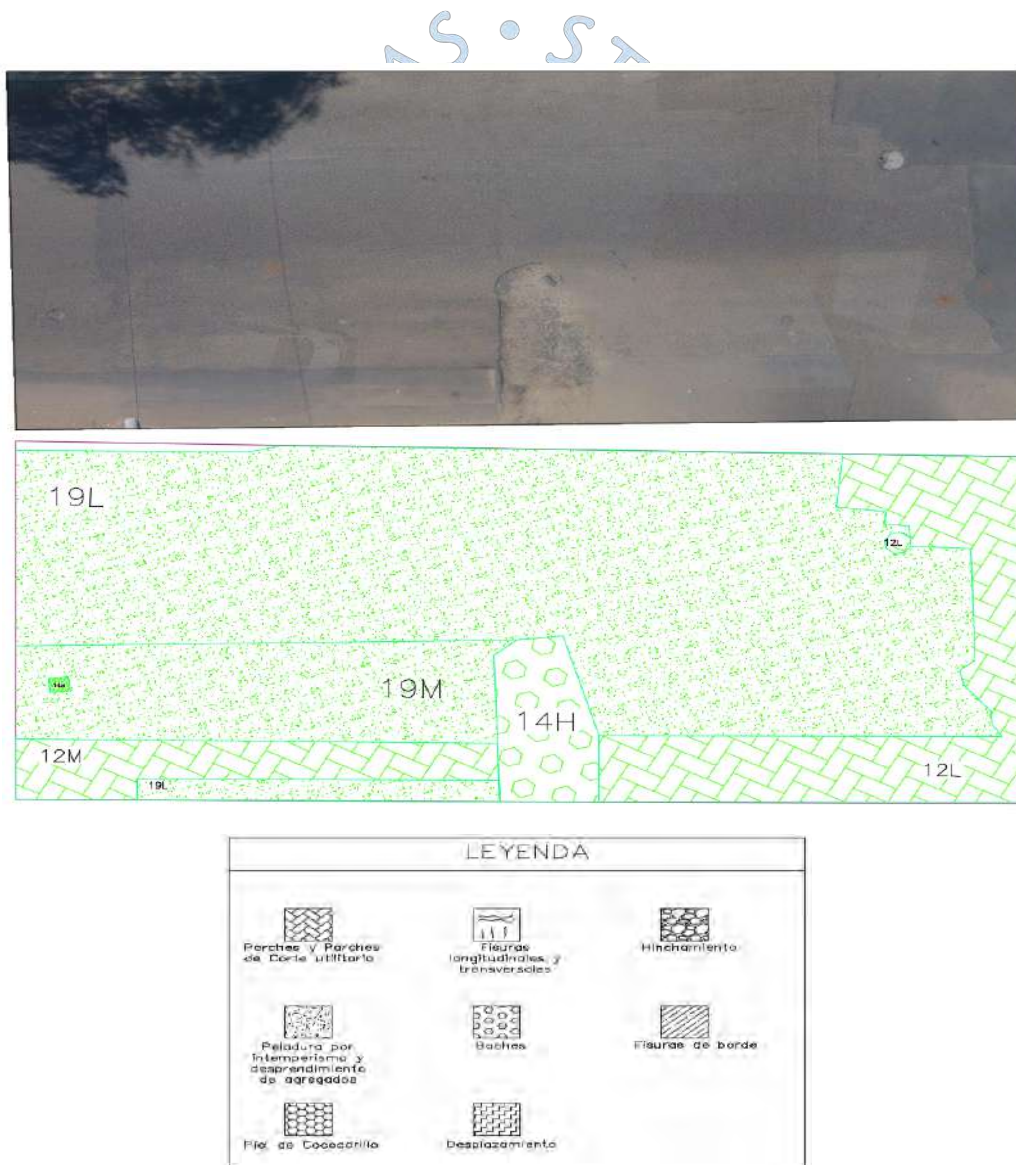


Figura 62. Inspección de la vía en AutoCAD.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5

Resultados y propuestas

1. Determinación del índice de condición de pavimento

Al ser 78 unidades de muestras a analizar; se han seleccionado algunas de estas para una explicación breve de la determinación del PCI. Para la calzada 1, se tomarán las unidades de muestra del tramo 3 de inspección (UM27 – UM39), debido a que presentan una mayor variación de condición de pavimento y mayor presencia de árboles con sus sombras, realizando una inspección en campo para registrar las fallas poco visibles; sin embargo, en los demás tramos se observaron las fallas en la ortofoto con una mejor claridad. Para la calzada 2, se tomará 1 unidad de muestra de cada tramo de inspección (UM45, UM63, UM78), ya que presentan áreas diferentes. Se tendrá un total de 16 unidades de muestras explicadas. Las demás unidades muestras se encontrarán en el Anexo E.

Calzada 1:

La calzada 1 presenta una longitud de 1027 m y un ancho continuo de 11.6 m. En ella se han dividido 39 unidades de muestra (UM1 – UM39); con un área de 232 m² en la UM39 y un área de 307.4 m² en el resto de las unidades.

Con respecto a los últimos mantenimientos dados, la calzada presenta en toda su longitud parches de corte utilitario, pues se realizaron mejoras en el sistema de alcantarillado después de una rehabilitación de la vía. Además, podemos observar un desgaste del pavimento, considerando peladura en grandes áreas. A continuación, se explicará brevemente las unidades del tramo 3.

Unidad de muestra UM27

La unidad de muestra UM27 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas encontradas con nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registraron baches, peladuras, parches de severidad media y un bache de severidad alta. Ver Tabla 10.

Las fallas más influyentes en el área de la unidad de muestra son: la peladura de nivel bajo y medio, siendo una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica) y que se presenta en casi toda la superficie analizada y de la misma forma el parchado por corte utilitario con severidad

baja y media. Además, se encontró un bache de severidad alta que influye significativamente en el área del pavimento inspeccionado, con un área de 13.05 m².

Se observa un bache de severidad media, siendo la falla menos influyente con un área insignificante con respecto al área total de la unidad de muestra.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el bache de severidad alta con un VD igual a 32. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad leve con un VD igual a 13.

Como se aprecia en la Tabla 10, se obtuvieron 6 valores deducidos: 32, 24.17, 20, 20, 14 y 13. Continuando con el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido corregido 60, asignando como resultado un índice de 40 que corresponde a un pavimento pobre.

Unidad de muestra UM28

La unidad de muestra UM28 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: peladura y parche. También se registraron peladuras y parches de severidad media; y piel de cocodrilo de severidad alta. Ver Tabla 11.

Las fallas más influyentes en el área de la unidad de muestra son: la peladura de nivel bajo, que se presenta en casi toda la superficie analizada y de la misma forma el parchado por corte utilitario con severidad baja y media. Además, se observa regular área de piel de cocodrilo de severidad alta con respecto al área total. Por otro lado, la peladura de severidad baja, presenta la menor área de influencia en la unidad de muestra analizada.

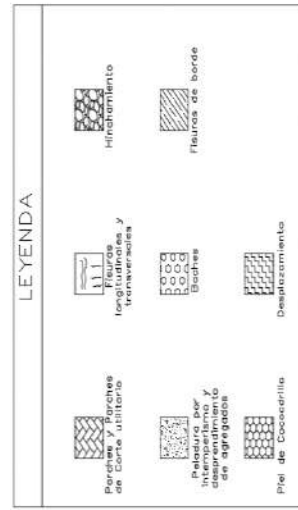
La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, la piel de cocodrilo de severidad alta con un VD igual a 42. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad media con un VD igual a 9.

Como se aprecia en la Tabla 11, se obtuvieron 5 valores deducidos: 42, 27.5, 16.67, 13 y 9. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 59, asignando como resultado un índice de 41 que corresponde a un pavimento regular.

La piel de cocodrilo no se visualizó con facilidad, por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla. Ver Anexo D (Figura D1).

Tabla 10. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM27, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO			Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas				Del: 0+689 km Muestra: UM27 Sección: 307.4 m2		Al: 0+715.5 km			
1	Piel de cocodrilo	m2	8	Fisura de borde	m	15	Ahuellamiento	m2	86-100 EXCELENTE			
2	Exudación	m2	9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2	71-85 MUY BUENO			
3	Fisuras en bloque	m2	10	Desnivel carril - Berma	m	17	Fisura parabólica de deslizamiento	m2	56-70 BUENO			
4	Abultamientos	m	11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m2	41-55 REGULAR			
5	Hundimientos	m	12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Paladura por interperismo y desprendimiento	m2	26-40 POBRE			
6	Corrugación	m2	13	Agregado pulido	m2				11-25 MUY POBRE			
7	Depresión	m2	14	Baches	N°				0-10 FALLADO			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
CANTIDAD		184.05	6.8	41.1							TOTAL	
SEVERIDAD		L	L	M							BAJA(L)	
		18.27	46.21	0.403							MEDIA(M)	
CANTIDAD		M	L	L							ALTA(H)	
SEVERIDAD		1	1								190.86	
		M	H								41.1	
											46.613	
											18.27	
											1	
											1	
CÁLCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN									
19	62.09	L	13	#	Valor Defectuoso	q	VOC					
19	13.37	M	20	1	32	24.17	20	14	13	123.17	6	60
12	15.16	L	20	2	32	24.17	20	14	2	112.17	5	58
12	5.94	M	24.17	3	32	24.17	20	2	2	100.17	4	57
14	0.33	M	14	4	32	24.17	20	2	2	82.17	3	53
14	0.33	H	32	5	32	24.17	2	2	2	64.17	2	47
				6	32	2	2	2	2	42	1	42
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN								POBRE				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA- VOC								40				



Fuente: Elaboración propia.

Unidad de muestra UM29

La unidad de muestra UM29 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registraron piel de cocodrilo y fisuras longitudinales de severidad media. Ver Tabla 12.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa regulares áreas de piel de cocodrilo y fisura longitudinal de severidad media, y peladura de severidad baja; con respecto al área total.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, la piel de cocodrilo de severidad media con un VD igual a 42. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad baja con un VD igual a 3.

Como se aprecia en la Tabla 12, se obtuvieron 4 valores deducidos: 42, 26.67, 5 y 3. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 52, asignando como resultado un índice de 48 que corresponde a un pavimento regular.

La piel de cocodrilo y fisura longitudinal no se visualizó con facilidad, por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla. Ver Anexo D (Figura D2 y Figura D3).

Unidad de muestra UM30

La unidad de muestra UM30 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registraron fisuras transversales de severidad media. Ver Tabla 13.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa regulares áreas de fisuras transversales de severidad media, y peladura de severidad baja; con respecto al área total.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 30. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad baja con un VD igual a 4.

Como se aprecia en la Tabla 13, se obtuvieron 3 valores deducidos: 30, 10 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 34, asignando como resultado un índice de 66 que corresponde a un pavimento bueno.

Las fisuras transversales y longitudinales no se visualizaron con facilidad, por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

Unidad de muestra UM31

La unidad de muestra UM31 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parches. También se registraron fisuras transversales; y parches de severidad media. Ver Tabla 14.


La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa regulares áreas de fisuras transversales y parches de severidad media, y peladura de severidad baja teniendo un área de 27.78 m²; con respecto al área total.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 30. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad baja con un VD igual a 4.

Como se aprecia en la Tabla 14, se obtuvieron 4 valores deducidos: 30, 24.17, 7.5 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 42, asignando como resultado un índice de 58 que corresponde a un pavimento bueno.

Las fisuras no se visualizaron con facilidad, por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

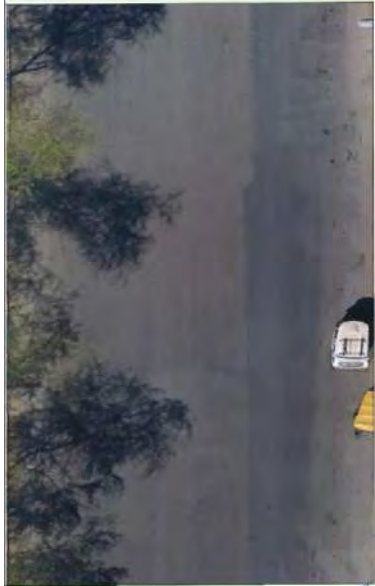
Tabla 12. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM29, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

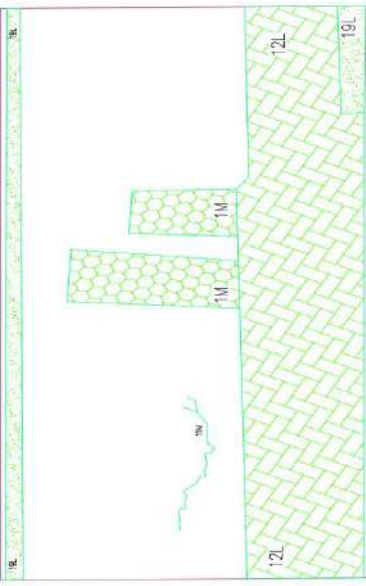
 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Proyecto: Av. Don Bosco De: 0+702 km Al: 0+788.5 km Fecha: Jun-18 Muestra: UM29 Responsable: Bach.: Fabian Merino - Bach. Carlos Fleitas Sección: 307.4 m2				
			86-100 EXCELENTE			
			71-85 MUY BUENO			
			56-70 BUENO			
			41-55 REGULAR			
			26-40 POBRE			
			11-25 MUY POBRE			
			0-10 FALLADO			
1	Piel de cocodrilo	m2		15 Ahuellamiento	m2	
2	Escudación	m		16 Desplazamiento	m2	
3	Fisuras en bloque	m2		17 Fisura parabólica o desizamiento	m2	
4	Altamientos	m		18 Hinchamiento	m2	
5	Hundimientos	m		19 Peladura por intemperismo	m2	
6	Corrugación	m2		13 Agregado pulido	m2	
7	Depresión	m2		14 Baches	Nº	
8	Fisura de borde	m				
9	Fisura de reflexión de junta	m				
10	Desnivel carril - berma	m				
11	Fisuras longitudinales y transv.	m				
12	Parthes y parches de cortes utilit.	m2				
13	Agregado pulido	m2				
14	Baches	Nº				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
			TOTAL			
			BABA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	
19	CANTIDAD	13.67				17.82
	SEVERIDAD	L				
12	CANTIDAD	99.42				99.42
	SEVERIDAD	L				
1	CANTIDAD	7.18				19.92
	SEVERIDAD	M				
11	CANTIDAD	6.14				6.14
	SEVERIDAD	M				
	CANTIDAD					
	SEVERIDAD					
	CANTIDAD					
	SEVERIDAD					

CÁLCULO DEL PCI				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	
19	5.80	L	3	
12	32.34	L	26.67	
1	6.48	M	42	
11	2.00	M	5	
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			76.67	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			52	

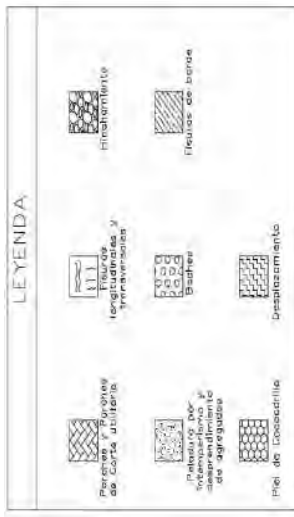
#	Valor Deducido			Total	q	VDC
1	42	26.67	5	76.67	4	43
2	42	26.67	5	76.67	3	48
3	42	26.67	2	72.67	2	52
4	42	2	2	48	1	48

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
76.67	REGULAR	48
52		






LEYENDA



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM31, Calzada 1 - Tramo 3, de la Av. Don Bosco.



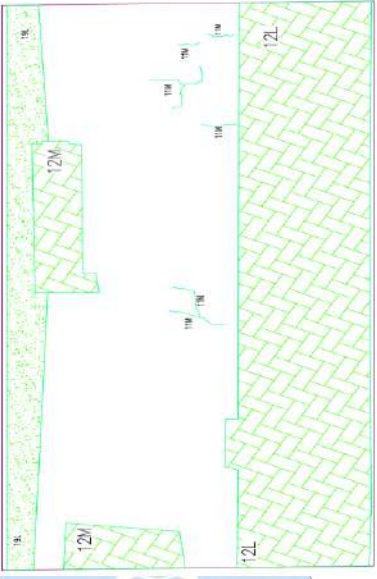
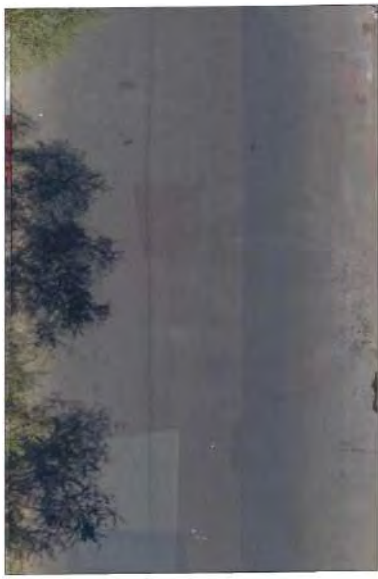
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO

Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0+795 Km Muestra: UM31 Sección: 307.4	Alt: 0+821.5 Km m2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 12.5%;">86-100</td><td>EXCELENTE</td></tr> <tr><td>71-85</td><td>MUY BUENO</td></tr> <tr><td>56-70</td><td>BUENO</td></tr> <tr><td>41-55</td><td>REGULAR</td></tr> <tr><td>26-40</td><td>POBRE</td></tr> <tr><td>11-25</td><td>MUY POBRE</td></tr> <tr><td>0-10</td><td>FALLADO</td></tr> </table>	86-100	EXCELENTE	71-85	MUY BUENO	56-70	BUENO	41-55	REGULAR	26-40	POBRE	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO
86-100	EXCELENTE																
71-85	MUY BUENO																
56-70	BUENO																
41-55	REGULAR																
26-40	POBRE																
11-25	MUY POBRE																
0-10	FALLADO																
1 Piel de cocodrilo 2 Exudación 3 Fisuras en bloque 4 Abultamientos 5 Hundimientos 6 Corrugación 7 Depresión	8 Fisura de borde 9 Fisura de reflexión de junta 10 Desnivel carril-berma 11 Fisuras longitudinales y transv. 12 Parches y parches de cortes utilit. 13 Agregado pulido 14 Baches	m m m m m2 m2 N°	15 Ahueamiento 16 Desplazamiento 17 Fisura parabólica o deslamiento 18 Hinchamiento 19 Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados														











TIPO DE FALLA	CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	CÁLCULO DEL PCI		
						VALOR DE DEDUCCIÓN	TOTAL	
							BAJA(L)	MEDIA(M)
19	27.78							
SEVERIDAD	L							
CANTIDAD	112.59	7.34	11.38					18.72
SEVERIDAD	L	M	M					
CANTIDAD	0.88	0.73	1.12	1.11	1.05	1.92	1.25	0.71
SEVERIDAD	M	M	M	M	M	M	M	M
CANTIDAD								9.89
SEVERIDAD								
CANTIDAD								
SEVERIDAD								
CANTIDAD								
SEVERIDAD								

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	CÁLCULO DEL PCI		
				Valor Deducido	Total	VDC
19	9.04	L	4	24.17	7.5	4
SEVERIDAD	L	L	30	65.67	65.67	36
CANTIDAD	36.63	M	24.17	7.5	2	3
SEVERIDAD	M	M	7.5	63.67	63.67	40
CANTIDAD	6.09	M	7.5	2	2	2
SEVERIDAD	M	M	2	58.17	58.17	42
CANTIDAD	3.22			2	2	1
SEVERIDAD				2	2	36
CANTIDAD				2	2	1
SEVERIDAD				2	2	36
CANTIDAD				2	2	1
SEVERIDAD				2	2	36
CANTIDAD				2	2	1
SEVERIDAD				2	2	36
CANTIDAD				2	2	1
SEVERIDAD				2	2	36
CANTIDAD				2	2	1
SEVERIDAD				2	2	36

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	65.67	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	BUENO
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	42		



LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Unidad de muestra UM32

La unidad de muestra UM32 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: parches. También se registraron peladura y parches de severidad media. Ver Tabla 15.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja y media, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa un área de 48.8 m² de peladura de severidad media.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad media con un VD igual a 52.5. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad media con un VD igual a 12.5.

Como se aprecia en la Tabla 15, se obtuvieron 3 valores deducidos: 52.5, 30 y 12.5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 60.5, asignando como resultado un índice de 39.5 que corresponde a un pavimento pobre.

Unidad de muestra UM33

La unidad de muestra UM33 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: parches. También se registraron peladura, piel de cocodrilo y fisuras transversales de severidad media. Ver Tabla 16.

Las fallas más influyentes en el área de la unidad de muestra son: el parche de corte utilitario y la peladura de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa áreas regulares de piel de cocodrilo y fisuras transversales de severidad media; con respecto al área total.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 32.5. Por otro lado, las fallas que menos influyen, son las fisuras transversales de severidad media con un VD igual a 7.5.

Como se aprecia en la Tabla 16, se obtuvieron 4 valores deducidos: 32.5, 30, 17 y 7.5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 52, asignando como resultado un índice de 48 que corresponde a un pavimento regular.

Las fisuras transversales, piel de cocodrilo y peladura (muchas presencia de árboles) no se visualizaron con facilidad, por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla. Ver Anexo D (Figura D4).

Unidad de muestra UM34

La unidad de muestra UM34 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registraron fisuras transversales de severidad media. Ver Tabla 17.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa a lo largo de la unidad de muestra, regular área de peladura de severidad baja. Por otro lado, las fisuras transversales de severidad media, presenta la menor área de influencia en la unidad de muestra analizada.

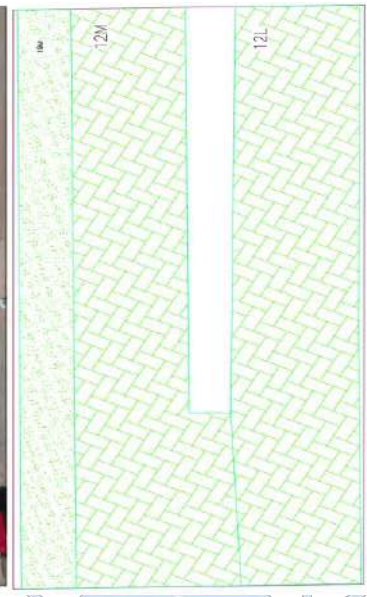
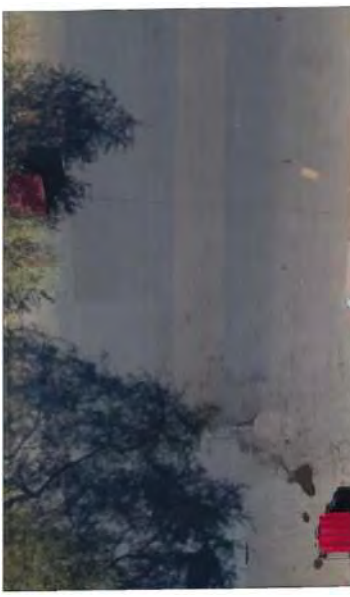
La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 32.5. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad baja con un VD igual a 4.

Como se aprecia en la Tabla 17, se obtuvieron 3 valores deducidos: 32.5, 6.67 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 36.5, asignando como resultado un índice de 63.5 que corresponde a un pavimento bueno.

La peladura no se visualizó con facilidad (muchas presencia de árboles), por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

Tabla 15. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM32, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO: Av. Don Bosco FECHA: Jun-18 RESPONSABLE: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Flestas		DEL: 0+821.5 Km AL: 0+848 km MUESTRA: UM32 SECCIÓN: 307.4 m2		EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		
		15 Ahuellamiento 16 Desplazamiento 17 Fisura parabólica o deslizamiento 18 Hinchamiento intertemperismo y desprendimiento de agregados	m m m m2 m2 N°	m2 m2 m2 m2 m2 m2	EXCELENTE MUY BUENO BUENO REGULAR POBRE MUY POBRE FALLADO	86-100 71-85 56-70 41-55 26-40 11-25 0-10
1 Piel de coque 2 Exudación 3 Fisuras en bloque 4 Abultamientos 5 Hundimientos 6 Corrugación 7 Depresión 8 Fisura de borde 9 Fisura de reflexión de junta 10 De nivel carril - berma 11 Fisuras longitudinales y transvers. 12 Parches y parches de cortes utilit. 13 Agregado pulido 14 Baches	m2 m2 m2 m m m2 m2	m2 m2 m2 m2 m2 m2				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
CANTIDAD	48.8					
SEVERIDAD	M					
CANTIDAD	114.81	112.56				
SEVERIDAD	M	L				
CANTIDAD						
SEVERIDAD						
CANTIDAD						
SEVERIDAD						
CANTIDAD						
SEVERIDAD						
CÁLCULO DEL PCI						
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	#	q	VDC
19	15.88	M	12.5	Total		60
12	36.62	L	30	1	52.5	30
12	37.35	M	52.5	2	52.5	30
				3	52.5	2
					2	2
					2	2
					1	1
					1	1
					1	1
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN						
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA- VDC						
				95		
				60.5		
				39.5		
				POBRE		



LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Unidad de muestra UM35

La unidad de muestra UM35 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registraron fisuras transversales de severidad media. Ver Tabla 18.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa a lo largo de la unidad de muestra, regular área de peladura de severidad baja; así como fisuras transversales de severidad media.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 31.67. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad baja con un VD igual a 4.

Como se aprecia en la Tabla 18, se obtuvieron 3 valores deducidos: 31.67, 11.67 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 35.57, asignando como resultado un índice de 64.43 que corresponde a un pavimento bueno.

Las fisuras transversales y peladura no se visualizaron con facilidad, por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla. Ver Anexo D (Figura D5).

Unidad de muestra UM36

La unidad de muestra UM36 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registró peladura de severidad media. Ver Tabla 19.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es el parche de corte utilitario de severidad baja, que se presenta en casi toda la superficie analizada. Además, se observa a lo largo de la unidad de muestra, un área de 12.75 m² de peladura de severidad baja. . Por otro lado, la peladura de severidad media, presenta la menor área de influencia en la unidad de muestra analizada.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 31.67. Por otro lado, la falla que menos influye, es la peladura de severidad baja con un VD igual a 2.

Como se aprecia en la Tabla 19, se obtuvieron 3 valores deducidos: 31.67, 7 y 2. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 35.67, asignando como resultado un índice de 64.33 que corresponde a un pavimento bueno.

La peladura no se visualizó con facilidad (muchos árboles), por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

Unidad de muestra UM37

La unidad de muestra UM37 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parche. También se registraron fisuras longitudinales de severidad media. Ver Tabla 20.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es: la peladura de severidad baja con un área de 40.32. Además, se observa regular área de parche de severidad baja. Por otro lado, las fisuras longitudinales de severidad media, presenta la menor área de influencia en la unidad de muestra analizada.

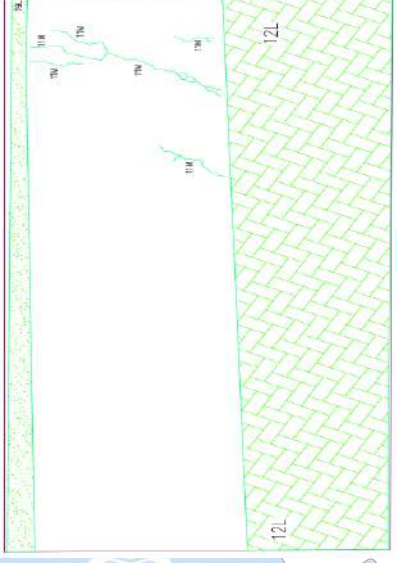
La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el parche de severidad baja con un VD igual a 7.5. Por otro lado, la falla que menos influye, es la fisura longitudinal de severidad media con un VD igual a 2.5.

Como se aprecia en la Tabla 20, se obtuvieron 3 valores deducidos: 7.5, 5 y 2.5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 11.5, asignando como resultado un índice de 88.5 que corresponde a un pavimento excelente.

La peladura no se visualizó con facilidad (muchos árboles), por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

Tabla 18. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM35, Calzada 1 - Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Proyecto: Av. Don Bosco		Del: 0+901 km		Al: 0+927,5 km			
Fecha: Jun-18		Muestra: UM35		Sección: 307,4		m2			
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas									
1	Piel de cocodrilo	m2	8	Fisura de borde	m	15	Aluallamiento	m2	EXCELENTE
2	Exudación	m2	9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2	MUY BUENO
3	Fisuras en bloque	m2	10	Desnivel carril - berma	m	17	Fisura parabólica o deslizamiento	m2	BUENO
4	Albultamientos	m	11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m2	REGULAR
5	Hundimientos	m	12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	POBRE
6	Corrugación	m2	13	Agregado pulido	m2				MUY POBRE
7	Depresión	m2	14	Baches	N°				FALLADO
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
				TOTAL					
				BAJA(L) / ALTA(H)					
19	CANTIDAD	16.66						16.66	
	SEVERIDAD	L							
12	CANTIDAD	126.08						126.08	
	SEVERIDAD	L							
11	CANTIDAD	2.53	6.27	2.02	1.62	1.18			13.62
	SEVERIDAD	M	M	M	M	M			
	CANTIDAD								
	SEVERIDAD								
	CANTIDAD								
	SEVERIDAD								
	CANTIDAD								
	SEVERIDAD								
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN						
19	5.42	L	Total	q	VDC				
12	41.01	L	1	31.67	11.67	4	47.34	3	29
11	4.43	M	2	31.67	11.67	2	45.34	2	33
			3	31.67	2	2	35.67	1	35.7
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			47.34						
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			35.67						
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				64.43	BUENO				



LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM36, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO				PROYECTO	
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Del: 0+927.5 Km Al: 0+954 Km Muestra: UM36 Sección: 3074 m2			
1 Píe de coque 2 Exudación 3 Fisuras en bloque 4 Abultamientos 5 Humedientos 6 Corrugación 7 Depresión	8 Fisura de borde 9 Fisura de reflexión de junta 10 Desnivel carril - berma 11 Fisuras longitudinales y transvers. 12 Parches y parches de cortes utilit. 13 Agregado pulido 14 Baches	15 Ahuellamiento 16 Desplazamiento 17 Fisura parabólica o deslizamiento 18 Hinchamiento interperismo y desprendimiento de agregados	m2 m2 m2 m2 m2 m2	m m m m m2 m2 N°	EXCELENTE MUY BUENO BUENO REGULAR POBRE MUY POBRE FALLADO
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
		CANTIDAD	12,75	1,2	TOTAL
		SEVERIDAD	L	M	BAJA(L) MEDIA(M) ALTA(H)
19					12,75 1,2
		CANTIDAD	126,91		
12					
		CANTIDAD			
		SEVERIDAD			
		CANTIDAD			
		SEVERIDAD			
		CANTIDAD			
		SEVERIDAD			
		CANTIDAD			
		SEVERIDAD			
		CANTIDAD			
		SEVERIDAD			
CÁLCULO DEL PCI					
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		
19	4,15	L	2		
19	0,39	M	7		
12	41,28	L	31,67		
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			40,67		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			35,67		
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	64,33
				BUENO	





LEYENDA

- Fisuras longitudinales y transversales
- Fisuras de borde
- Parches y Parches de cortes utilitarios
- Baches
- Ahuellamiento
- Desplazamiento
- Fisura parabólica o deslizamiento
- Hinchamiento
- Fieles de Coque

Fuente: Elaboración propia.

Unidad de muestra UM38

La unidad de muestra UM38 tiene 307.4 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

Solo se encuentra fallas de peladura de severidad baja a lo largo de la unidad de muestra. Ver Tabla 21. La falla de peladura que se encuentra presenta un área 35 m² y un valor de deducción de 5.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 5, asignando como resultado un índice de 95 que corresponde a un pavimento excelente.

La peladura no se visualizó con facilidad (muchas presencia de árboles), por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

Unidad de muestra UM39

La unidad de muestra UM39 tiene 232 m² y pertenece al tramo 3 de inspección de la primera calzada de la Av. Don Bosco.

La falla de nivel de severidad baja fue: peladura. También se registraron baches de severidad media, y fisuras longitudinales y transversales de severidad media y alta. Ver Tabla 22.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es: la peladura de severidad baja con un área de 28.71 m². Además, se observa baches y fisuras longitudinales y transversales de severidad media que menos influyen en el área del pavimento inspeccionado.

Se observa fisuras longitudinales y transversales de severidad alta, siendo la falla menos influyente con un área insignificante con respecto al área total de la unidad de muestra.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, el bache de severidad medio con un VD igual a 18. Por otro lado, la falla que menos influye, es la fisura longitudinal y transversal de severidad alta con un VD igual a 0.

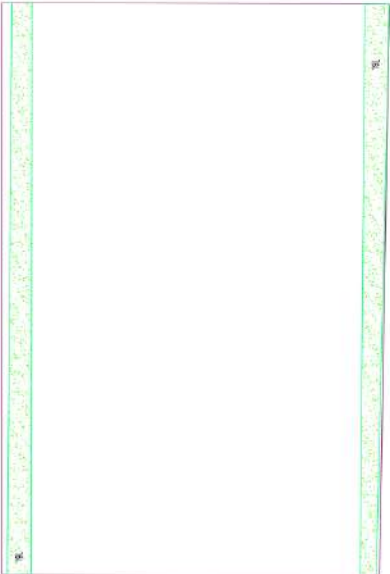
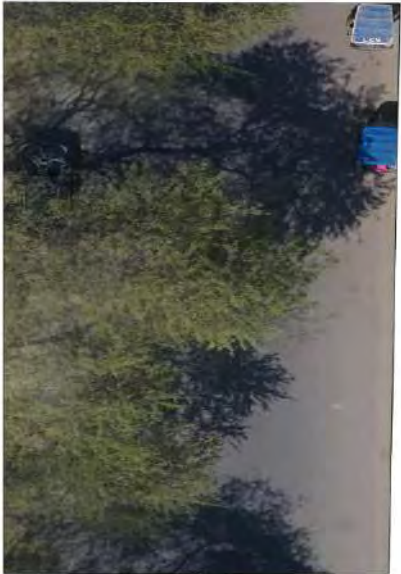
Como se aprecia en la Tabla 22, se obtuvieron 3 valores deducidos: 18, 5.83 y 5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 22, asignando como resultado un índice de 78 que corresponde a un pavimento muy bueno.

La peladura no se visualizó con facilidad (muchas presencia de árboles), por lo que se realizó una inspección en campo para obtener un mejor registro (severidad y medición) de la falla.

Tabla 21. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM38, Calzada 1 - Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																										
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Del: 0+800,5 Km Al: 1+007 Km Muestra: UM38 Sección: 307.4 m2																								
1 Piel de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahueamiento	m2																					
2 Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2																					
3 Fisuras en bloque	m	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2																					
4 Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2																					
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por fríntemperismo y desprendimiento de agregados	m2																					
6 Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2																							
7 Depresión	m2	14 Baches	N°																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>86-100</th> <th>EXCELENTE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>71-85</th> <th>MUY BUENO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>56-70</th> <th>BUENO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>41-55</th> <th>REGULAR</th> </tr> <tr> <th></th> <th>26-40</th> <th>POBRE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>11-25</th> <th>MUY POBRE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>0-10</th> <th>FALLADO</th> </tr> </thead> </table>							86-100	EXCELENTE		71-85	MUY BUENO		56-70	BUENO		41-55	REGULAR		26-40	POBRE		11-25	MUY POBRE		0-10	FALLADO
	86-100	EXCELENTE																								
	71-85	MUY BUENO																								
	56-70	BUENO																								
	41-55	REGULAR																								
	26-40	POBRE																								
	11-25	MUY POBRE																								
	0-10	FALLADO																								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																										
19 CANTIDAD	17.98	16.91																								
SEVERIDAD	L	L																								
CANTIDAD																										
SEVERIDAD																										
CANTIDAD																										
SEVERIDAD																										
CANTIDAD																										
SEVERIDAD																										
CANTIDAD																										
SEVERIDAD																										
CANTIDAD																										
SEVERIDAD																										
CÁLCULO DEL PCI																										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																							
19	11.35	L	5																							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			5																							
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			5																							

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	5	5	1	5

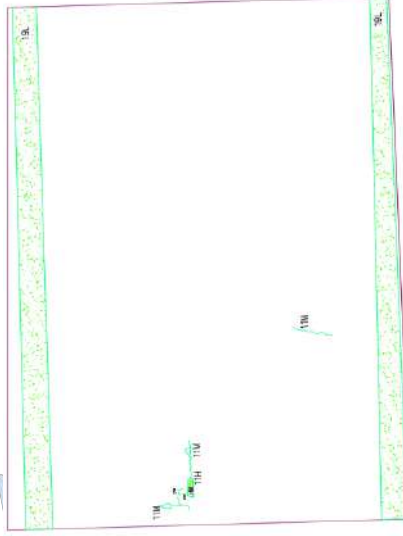


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM39, Calzada 1- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																																															
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Del: 1+007 Km Muestra: UM39 Sección: 232		Al: 1+027 Km m2																																											
1	Piel de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Alhuelamiento																																										
2	Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento																																										
3	Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berna	m	17 Fisura parabólica de salzamiento																																										
4	Albuitamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento																																										
5	Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados																																										
6	Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2																																											
7	Depresión	m2	14 Baches	N°																																											
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>86-100</td> <td>EXCELENTE</td> </tr> <tr> <td>71-85</td> <td>MUY BUENO</td> </tr> <tr> <td>56-70</td> <td>BUENO</td> </tr> <tr> <td>41-55</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td>26-40</td> <td>POBRE</td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td>MUY POBRE</td> </tr> <tr> <td>0-10</td> <td>FALLADO</td> </tr> </table>						86-100	EXCELENTE	71-85	MUY BUENO	56-70	BUENO	41-55	REGULAR	26-40	POBRE	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO																												
86-100	EXCELENTE																																														
71-85	MUY BUENO																																														
56-70	BUENO																																														
41-55	REGULAR																																														
26-40	POBRE																																														
11-25	MUY POBRE																																														
0-10	FALLADO																																														
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <th colspan="2">TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</th> <th colspan="2">TOTAL</th> </tr> <tr> <th>CANTIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>BAJA(L)</th> <th>ALTA(H)</th> </tr> <tr> <td>19</td> <td>L</td> <td>28.71</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>M</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>H</td> <td></td> <td>4.42</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.57</td> </tr> </table>						TIPOS DE FALLAS EXISTENTES		TOTAL		CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJA(L)	ALTA(H)	19	L	28.71		14	M		1	11	H		4.42				0.57																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES		TOTAL																																													
CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJA(L)	ALTA(H)																																												
19	L	28.71																																													
14	M		1																																												
11	H		4.42																																												
			0.57																																												
CÁLCULO DEL PCI																																															
<table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>DENSIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>VALOR DE DEDUCCIÓN</th> <th>Total</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19</td> <td>12.38</td> <td>L</td> <td>5</td> <td>18</td> <td>5.83</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>0.43</td> <td>M</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>5.83</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>1.91</td> <td>M</td> <td>5.83</td> <td>18</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>0.25</td> <td>H</td> <td>0</td> <td>18</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>22</td> <td>1</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table>						TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Total	q	VDC	19	12.38	L	5	18	5.83	3	14	0.43	M	18	18	5.83	2	11	1.91	M	5.83	18	2	2	11	0.25	H	0	18	2	1					22	1	22
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Total	q	VDC																																									
19	12.38	L	5	18	5.83	3																																									
14	0.43	M	18	18	5.83	2																																									
11	1.91	M	5.83	18	2	2																																									
11	0.25	H	0	18	2	1																																									
				22	1	22																																									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			28.83	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MUY BUENO																																									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			22	78																																											



LEYENDA

	Poquetes y Parches de Corte Utilitario		Fisuras longitudinales y transversales		Hinchamiento
	Peladura por intemperismo o desprendimiento de agregados		Baches		Fisuras de borde
	Piel de Cocodrilo		Depresionamiento		

Fuente: Elaboración propia.

Calzada 2

La calzada 2 presenta una longitud de 1027 m, con un sentido contrario a la calzada 1. En ella se ha tomado un total de 39 unidades de muestra (UM40 – UM78), donde las unidades desde UM40 hasta UM49, presentan un ancho de calzada de 8.5 m con un área de 225.25 m²; y las unidades desde UM50 hasta UM78, presentan un ancho de calzada de 11.6 m; con un área de 232 m² en la UM78 y un área de 307.4 m² en el resto de las unidades.

La calzada presenta una reciente pavimentación, lo cual la diferencia con la calzada 1 respecto a la condición en que se encuentran. En ella se puede observar la poca cantidad de fallas que presenta con severidades bajas.

Presenta, en todo su recorrido, buzones de sistema de alcantarillado, los cuales fueron considerados como parches de cortes utilitarios, pues comprometen la calidad del tránsito; e indicios de peladura en los bordes de las calzadas.

Para una explicación breve de las unidades de muestra, se ha tenido en cuenta la selección de las unidades UM45, UM63 y UM70; siendo cada una de ellas de los tramos 1, 2 y 3 de inspección, respectivamente.

Unidad de muestra UM45

La unidad de muestra UM45 tiene 225.25 m² con un ancho de 8.5 m, que pertenece al tramo 1 de inspección de la segunda calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parches de corte utilitario. Ver Tabla 23.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es: la peladura de severidad baja con un área de 32.29 m², que se observa a lo largo. Además, se observa un área de 4.91 m² de parche de corte utilitario de severidad baja.

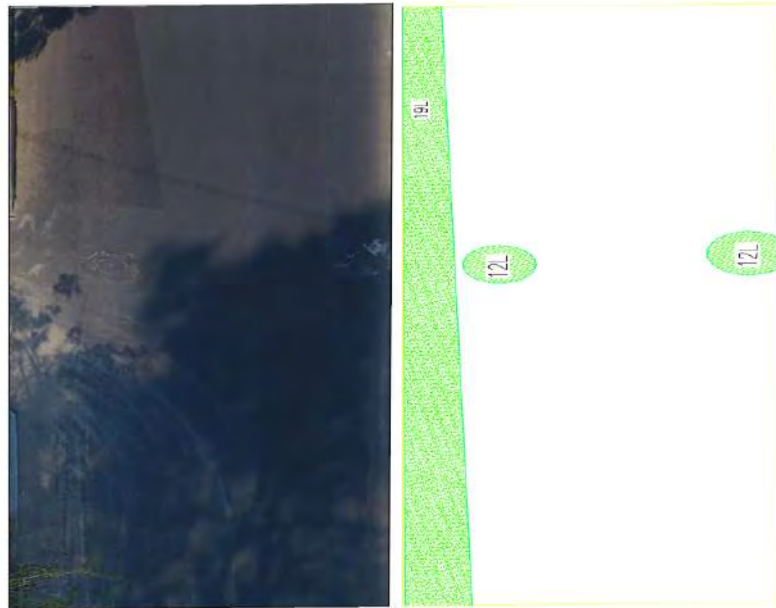
La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, la peladura de severidad baja con un VD igual a 6. Por otro lado, la falla que menos influye, es el parche de corte utilitario de severidad baja con un VD igual a 4.17.

Como se aprecia en la Tabla 23, se obtuvieron 2 valores deducidos: 6 y 4.17. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 8, asignando como resultado un índice de 92 que corresponde a un pavimento excelente.

Tabla 23. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM45, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																	
Proyecto: Av. Don Bosco Del: 0+132.5Km Al: 0+159Km Fecha: Jun-18 Muestra: UM45 Responsable: Bach: Fabian Merino - Bach: Carlos Fiestas Sección: 225.25 m2																	
1 Piel de cocodrilo m2 2 Exudación m2 3 Fisuras en bloque m2 4 Albuillamientos m 5 Hundimientos m 6 Corrugación m2 7 Depresión m2	8 Fisura de borde m 9 Fisura de reflexión de junta m 10 Desnivel carril - berna m 11 Fisuras longitudinales y transv. m 12 Parches y parches de cortes utilit. m2 13 Agregado pulido m2 14 Baches N°	15 Ahuellamiento m2 16 Desplazamiento m2 17 Fisura parabólica o deslizamiento m2 18 Hirchamiento m2 19 Peladura por intemperismo y desperdimiento de agregados m2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">86-100</td> <td style="width: 33%;">EXCELENTE</td> </tr> <tr> <td>71-85</td> <td>MUY BUENO</td> </tr> <tr> <td>56-70</td> <td>BUENO</td> </tr> <tr> <td>41-55</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td>26-40</td> <td>POBRE</td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td>MUY POBRE</td> </tr> <tr> <td>0-10</td> <td>FALLADO</td> </tr> </table>	86-100	EXCELENTE	71-85	MUY BUENO	56-70	BUENO	41-55	REGULAR	26-40	POBRE	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO
86-100	EXCELENTE																
71-85	MUY BUENO																
56-70	BUENO																
41-55	REGULAR																
26-40	POBRE																
11-25	MUY POBRE																
0-10	FALLADO																
TIPOS DE FALAS EXISTENTES																	
		TOTAL															
CANTIDAD	32.29	BAJA(L)	MEDIA(M)														
SEVERIDAD	L	ALTA(H)															
CANTIDAD	2.2		4.91														
SEVERIDAD	L																
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CÁLCULO DEL PCI																	
TIPO DE FALTA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN														
19	14.34	L	6														
12	2.18	L	4.17														
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			10.17														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			8														
		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO															
		92															
		EXCELENTE															

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	6	4.17	2	0
2	6	2	1	8



LEYENDA

	Pavimento por deterioración por el tránsito de Camiones pesados		Hinchamiento
	Pavimento por deterioración por el tránsito de Camiones pesados		Fisuras de borde
	Peladura por intemperismo y desperdimiento de agregados		Fisuras longitudinales y transversales
	Piel de Cocodrillo		Baches
	Desplazamiento		Baches

Fuente: Elaboración propia.

Unidad de muestra UM63

La unidad de muestra UM63 tiene 307.4 m² con un ancho de 11.6 m, pertenece al tramo 2 de inspección de la segunda calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parches de corte utilitario. Ver Tabla 24.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es: la peladura de severidad baja con un área de 112.22 m², que se observa a lo largo. Además, se observa una baja área de 4.55 m² de parche de corte utilitario de severidad baja.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, la peladura de severidad baja con un VD igual a 11. Por otro lado, la falla que menos influye, es el parche de corte utilitario de severidad baja con un VD igual a 3.33.

Como se aprecia en la Tabla 24, se obtuvieron 2 valores deducidos: 11 y 3.33. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 13, asignando como resultado un índice de 87 que corresponde a un pavimento excelente.

Unidad de muestra UM78

La unidad de muestra UM78 tiene 232 m² con un ancho de 11.6 m y una longitud de 20 m, pertenece al tramo 3 de inspección de la segunda calzada de la Av. Don Bosco.

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: peladura y parches de corte utilitario. Ver Tabla 25.

La falla más influyente en el área de la unidad de muestra es: la peladura de severidad baja con un área de 53.9 m², que se observa a lo largo. Además, se observa una baja área de 3.02 m² de parche de corte utilitario de severidad baja.

La falla que más influye en el daño del pavimento en la unidad de muestra inspeccionada, es la que presenta un mayor valor de deducción; siendo en este caso, la peladura de severidad baja con un VD igual a 8. Por otro lado, la falla que menos influye, es el parche de corte utilitario de severidad baja con un VD igual a 1.67.

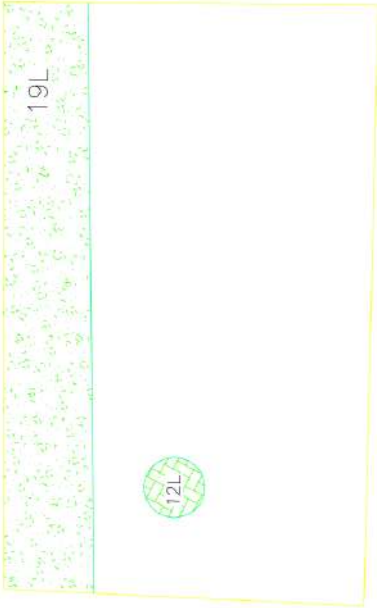
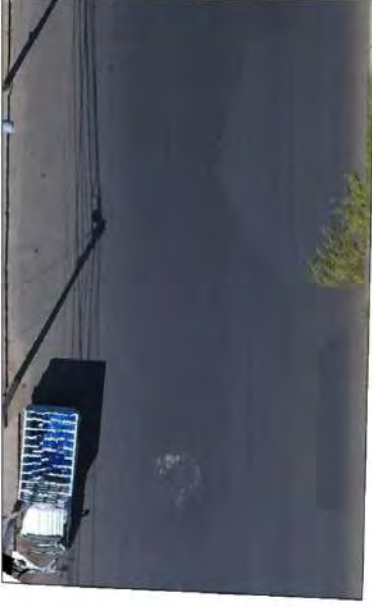
Como se aprecia en la Tabla 25, se obtuvieron 2 valores deducidos: 8 y 1.67. Siguiendo el procedimiento del PCI, se consiguió como máximo valor deducido 9.67, asignando como resultado un índice de 90.33 que corresponde a un pavimento excelente.

Tabla 25. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM78, Calzada 2- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO			
Proyecto: Av. Don Bosco		Del: 1+007 Km	Al: 1+027 Km
Fecha: Jun-18		Muestra: UM78	
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Sección: 232	m2
1	Piel de cocodrilo	m2	
2	Exudación	m2	
3	Fisuras en bloque	m	
4	Abultamientos	m	
5	Hundimientos	m2	
6	Corrugación	m2	
7	Depresión	m2	
8	Fisura de borde	m	
9	Fisura de reflexión de junta	m	
10	Desnivel carril - herma	m	
11	Fisuras longitudinales y transv.	m	
12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	
13	Agregado pulido	m2	
14	Bachas	N°	
15	Ahuellamiento	m2	
16	Desplazamiento	m2	
17	Fisura parabólica o deslizamiento	m2	
18	Hinchamiento	m2	
19	Peladura por interperis... y desprendimiento de agregados	m2	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES			
19	CANTIDAD	53.9	
	SEVERIDAD	L	
12	CANTIDAD	3.02	
	SEVERIDAD	L	
	CANTIDAD		
	SEVERIDAD		
	CANTIDAD		
	SEVERIDAD		
	CANTIDAD		
	SEVERIDAD		
	CANTIDAD		
	SEVERIDAD		
CÁLCULO DEL PCI			
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	23.23	L	8
12	1.30	L	1.67
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			9.67
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			9.67

#	Valor Deducido		q	VDC
	Total			
1	8	167	1	967

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		EXCELENTE
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	9.67	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	9.67	EXCELENTE



LEYENDA

	Peladura y Parches de Cortes Utilitarios e Interperisismo
	Fisuras longitudinales y transversales
	Fisuras de borde
	Ahuellamiento
	Desplazamiento
	Piel de Cocodrilo

Fuente: Elaboración propia.

2. Interpretación de resultados

Se presenta en resumen los resultados de las 78 unidades de muestra de la evaluación del estado del pavimento de la Av. Don Bosco, dividiéndose en 2 calzadas de 39 muestras cada una. Se calculó el PCI promedio de los 3 tramos de inspección de cada calzada para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento del tramo seleccionado en la Av. Don Bosco. Ver Tabla 26.

Tabla 26. Resumen de los valores de PCI en la Av. Don Bosco.

Tramos	Progresiva		Calzada 1					Calzada 2				
	Inicial	Final	Unidades	Área	PCI	Estado	Promedio	Unidades	Área	PCI	Estado	Promedio
I. Calle. Tupac Amaru- Calle. Polonia	0 + 0.0	0 + 26.5	UM1	307.40	40	POBRE	35 (POBRE)	UM40	225.25	93.5	EXCELENTE	93 (EXCELENTE)
	0 + 26.5	0 + 53.0	UM2	307.40	41	REGULAR		UM41	225.25	93	EXCELENTE	
	0 + 53.0	0 + 79.5	UM3	307.40	42	REGULAR		UM42	225.25	93.83	EXCELENTE	
	0 + 79.5	0 + 106.0	UM4	307.40	37	POBRE		UM43	225.25	91.33	EXCELENTE	
	0 + 106.0	0 + 132.5	UM5	307.40	40	POBRE		UM44	225.25	94.66	EXCELENTE	
	0 + 132.5	0 + 159.0	UM6	307.40	24	MUY POBRE		UM45	225.25	92	EXCELENTE	
	0 + 159.0	0 + 185.5	UM7	307.40	27	POBRE		UM46	225.25	93	EXCELENTE	
	0 + 185.5	0 + 212.0	UM8	307.40	35	POBRE		UM47	225.25	94	EXCELENTE	
	0 + 212.0	0 + 238.5	UM9	307.40	19	MUY POBRE		UM48	225.25	93	EXCELENTE	
	0 + 238.5	0 + 265.0	UM10	307.40	42	REGULAR		UM49	225.25	93.26	EXCELENTE	
II. Calle. Polonia- Av. Marcavelica	0 + 265.0	0 + 291.5	UM11	307.40	34	POBRE	42 (REGULAR)	UM50	307.40	90	EXCELENTE	89 (EXCELENTE)
	0 + 291.5	0 + 318.0	UM12	307.40	33	POBRE		UM51	307.40	92	EXCELENTE	
	0 + 318.0	0 + 344.5	UM13	307.40	45.43	REGULAR		UM52	307.40	90.33	EXCELENTE	
	0 + 344.5	0 + 371.0	UM14	307.40	42.67	REGULAR		UM53	307.40	89.33	EXCELENTE	
	0 + 371.0	0 + 397.5	UM15	307.40	42.05	REGULAR		UM54	307.40	88	EXCELENTE	
	0 + 397.5	0 + 424.0	UM16	307.40	42.21	REGULAR		UM55	307.40	91	EXCELENTE	
	0 + 424.0	0 + 450.5	UM17	307.40	43.56	REGULAR		UM56	307.40	88	EXCELENTE	
	0 + 450.5	0 + 477.0	UM18	307.40	44.62	REGULAR		UM57	307.40	88.33	EXCELENTE	
	0 + 477.0	0 + 503.5	UM19	307.40	46.33	REGULAR		UM58	307.40	88	EXCELENTE	
	0 + 503.5	0 + 530.0	UM20	307.40	43.17	REGULAR		UM59	307.40	88.33	EXCELENTE	
	0 + 530.0	0 + 556.5	UM21	307.40	32	POBRE		UM60	307.40	88	EXCELENTE	
	0 + 556.5	0 + 583.0	UM22	307.40	42.67	REGULAR		UM61	307.40	90	EXCELENTE	
	0 + 583.0	0 + 609.5	UM23	307.40	36	POBRE		UM62	307.40	90	EXCELENTE	
	0 + 609.5	0 + 636.0	UM24	307.40	44.33	REGULAR		UM63	307.40	87	EXCELENTE	
0 + 636.0	0 + 662.5	UM25	307.40	46.33	REGULAR	UM64	307.40	90	EXCELENTE			
0 + 662.5	0 + 689.0	UM26	307.40	47.67	REGULAR	UM65	307.40	88	EXCELENTE			
III. Av. Marcavelica- Calle. Argentina	0 + 689.0	0 + 715.5	UM27	307.40	40	POBRE	61 (BUENO)	UM66	307.40	88	EXCELENTE	90 (EXCELENTE)
	0 + 715.5	0 + 742.0	UM28	307.40	41	REGULAR		UM67	307.40	89	EXCELENTE	
	0 + 742.0	0 + 768.5	UM29	307.40	54	REGULAR		UM68	307.40	88.33	EXCELENTE	
	0 + 768.5	0 + 795.0	UM30	307.40	66	BUENO		UM69	307.40	91	EXCELENTE	
	0 + 795.0	0 + 821.5	UM31	307.40	58	BUENO		UM70	307.40	89.33	EXCELENTE	
	0 + 821.5	0 + 848.0	UM32	307.40	39.5	POBRE		UM71	307.40	91	EXCELENTE	
	0 + 848.0	0 + 874.5	UM33	307.40	48	REGULAR		UM72	307.40	91.33	EXCELENTE	
	0 + 874.5	0 + 901.0	UM34	307.40	63.5	BUENO		UM73	307.40	92	EXCELENTE	
	0 + 901.0	0 + 927.5	UM35	307.40	64.43	BUENO		UM74	307.40	90.32	EXCELENTE	
	0 + 927.5	0 + 954.0	UM36	307.40	64.33	BUENO		UM75	307.40	92	EXCELENTE	
	0 + 954.0	0 + 980.5	UM37	307.40	88.5	EXCELENTE		UM76	307.40	89.33	EXCELENTE	
	0 + 980.5	1 + 007.0	UM38	307.40	95	EXCELENTE		UM77	307.40	92	EXCELENTE	
1 + 007.0	1 + 027.0	UM39	232.00	78	MUY BUENO	UM78	232.00	90.33	EXCELENTE			
Promedio Calzada							46 (REGULAR)					91 (EXCELENTE)

Fuente: Elaboración propia.

Se agrupa cada calzada en 3 tramos de inspección diferentes:

Calzada 1:

Asociamos los resultados en 3 tramos de inspección: el tramo 1, que abarca desde UM1 hasta UM10, presenta un PCI promedio de 35, lo que corresponde a un pavimento pobre; el tramo 2, que incluye UM11 hasta UM26, tiene un PCI promedio de 42, que corresponde a un pavimento regular; y el tramo 3, que abarca desde UM27 hasta UM39, presenta un PCI promedio de 61, que corresponde a un pavimento bueno.

Se puede afirmar, por lo tanto, que la Av. Don Bosco, en la calzada 1 con 1027 m analizados, tiene un pavimento regular (de PCI promedio igual a 46, incorporando a todas las 39 unidades de muestra).

De esta calzada, su mayor valor de PCI lo posee la unidad de muestra UM38 (tramo 3 de inspección), igual a 95 y de condición excelente. El menor PCI, de valor 19, corresponde a la unidad de muestra UM9 (tramo 1 de inspección) con un estado muy pobre.

Calzada 2:

También se asocia los resultados en 3 tramos de inspección; el tramo 1, que abarca desde UM40 hasta UM49, presenta un PCI promedio de 93, lo que corresponde a un pavimento excelente; el tramo 2, que incluye UM50 hasta UM65, tiene un PCI de 89, que corresponde a un pavimento excelente; y el tramo 3, que abarca desde UM66 hasta UM78, presenta un PCI promedio de 90, que corresponde a un pavimento excelente.

Además, se puede decir que la Av. Don Bosco, en la calzada 2 con 1027 m analizados, tiene un pavimento excelente (de PCI promedio igual a 91, incorporando a todas las 39 unidades de muestra).

De esta calzada, su mayor valor de PCI lo posee la unidad de muestra UM44 (tramo de inspección 1), igual a 94.66 y de condición excelente. El menor PCI, de valor 87, corresponde a la unidad de muestra UM63 (tramo de inspección 2) con un estado excelente.

Llegando a terminar la interpretación del cuadro presentado, podemos decir que el promedio de ambas calzadas de la Av. Don Bosco en el tramo seleccionado (2054 m), presenta un PCI promedio de 68, lo que corresponde a un pavimento bueno.

Como resumen tenemos que el 53% de las unidades de muestras inspeccionadas tienen un estado excelente; un 23% del total de unidades con un regular estado; un 14% con un estado pobre; le sigue un 6% de unidades en buen estado; y un 3% en estado muy pobre. Por último; el porcentaje más bajo es de 1% de las unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado. No se llegó a encontrar pavimentos fallados. Ver Gráfica 1.

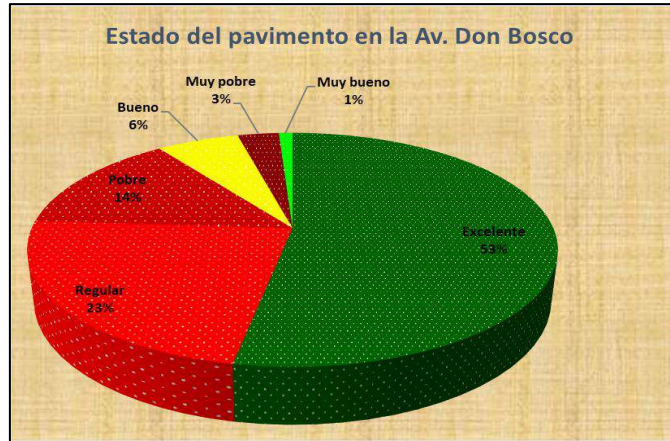


Gráfico 1. Porcentajes de las condiciones de pavimentos encontradas.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se han tenido en cuenta las fallas que son más frecuentes en las calzadas. En la calzada 1 podemos encontrar, las fallas de parche de corte utilitario de severidad media, y peladura de severidad baja. En la calzada 2, encontramos con frecuencia parches de corte utilitario de severidad baja y peladura de severidad baja en el borde de la calzada, siendo estas las únicas fallas encontradas.

De acuerdo a los resultados, se puede afirmar que en la calzada 1 los parches de corte utilitario de severidad media se encuentran: en 27 unidades de muestras, con un área no mayor al 50% ni menor al 10% del área pavimentada y en 3 unidades de muestras, con menos del 10% del área. Ver Gráfica 2.

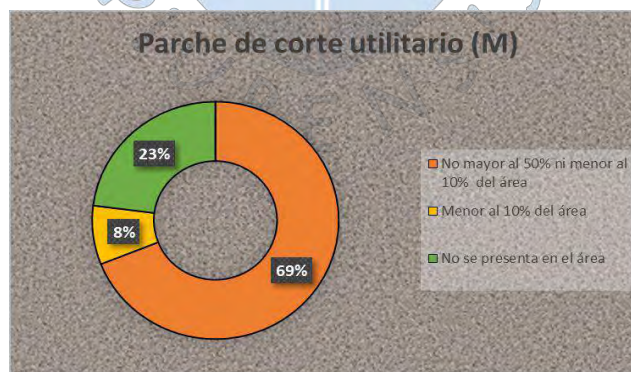


Gráfico 2. Porcentajes de unidades de muestra con Parche de corte utilitario.

Fuente: Elaboración propia

Además, las peladuras de severidad baja se encuentran: en 19 unidades de muestra, con un área mayor al 50% del área pavimentada y en 18 unidades de muestra, con un área menor al 50% del área pavimentada. Ver Gráfica 3.

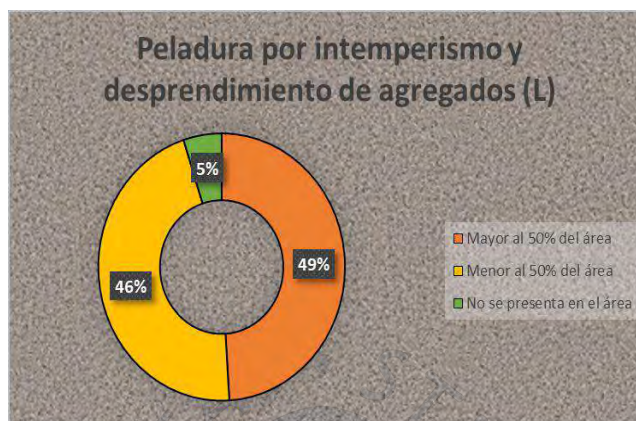


Gráfico 3. Porcentajes de unidades de muestra con Peladura y desprendimiento.

Fuente. Elaboración propia

En la calzada 2, los parches de corte utilitario y peladura de severidades bajas se encuentran en las 39 unidades de muestras, sin embargo, presentan un porcentaje de densidad baja con respecto al área pavimentada.

También se ha tenido en cuenta las fallas que presentan un valor de deducción (VD) alto en cada calzada, siendo estas las que mayor daño producen al pavimento. Para esto, en la Tabla 27, se muestra un resumen de las fallas encontradas con un VD alto en cada tramo de inspección.

Tabla 27. Resumen de fallas con un VD alto por tramo de inspección.

CALZADA 1	Tramo 1 de inspección			CALZADA 2	Tramo 1 de inspección		
	Falla	VD	Unidades		Falla	VD	Unidades
	Parche (M)	55	UM4		Peladura (L)	7	UM46
	Parche (H)	45	UM6		Parche (L)	6.67	UM43
Tramo 2 de inspección				Tramo 2 de inspección			
	Falla	VD	Unidades		Falla	VD	Unidades
	Parche (M)	56.67	UM12		Peladura (L)	11	UM66
	Bache (H)	32	UM21		Parche (L)	4.17	UM50, UM65
Tramo 3 de inspección				Tramo 3 de inspección			
	Falla	VD	Unidades		Falla	VD	Unidades
	Parche (M)	52.5	UM32		Peladura (L)	10	UM68
	Piel de cocodrilo (H)	42	UM28		Parche (L)	5.83	UM67
Total				Total			
	Falla	VD	Unidades		Falla	VD	Unidades
	Parche (M)	56.67	UM12		Peladura (L)	11	UM66
	Parche (H)	45	UM6		Parche (L)	6.67	UM43

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 27, las fallas que mayor daño producen en la calzada 1 son: parche de corte utilitario severidad media y parche de severidad alta, encontradas en las unidades de muestras UM12 y UM6, respectivamente. El parche de corte utilitario de severidad media presenta un VD de 56.67, presentándose con un área de 50% del área inspeccionada; y el parche de severidad alta presenta un VD de 45. De esta manera, las unidades UM12 y UM6, presentan una condición de pavimento pobre y muy pobre, respectivamente.

En la calzada 2, las fallas que mayor daño producen en ella son: peladura de severidad baja y parche de corte utilitario de severidad baja, encontradas en las unidades de muestras UM66 Y UM43, respectivamente. Ambas fallas presentan un valor deducido bajo comparado con la calzada 1, pues sus áreas no eran tan representativas; sin embargo, hacen que las unidades presenten un valor de PCI de 88 y 91.33, siendo los más bajos de la calzada, las cuales presentan un estado de pavimento excelente.

Para la calzada 1, se encontraron fallas con valores deducidos igual a 0, lo cual significa que las fallas no producían ningún daño al pavimento en las unidades de muestras inspeccionadas. Sin embargo, para la calzada 2 no se presentaron valores deducidos igual a 0. En la siguiente Tabla 28, se muestra las fallas con VD igual a 0 con sus respectivas densidades respecto a las unidades de muestras inspeccionadas.

Tabla 28. Resumen de fallas con VD igual a 0

CALZADA 1	Tramo 1 de inspección		
	Falla	Densidad	Unidades
	Parche (L)	0,15	UM10
	Hinchamiento (M)	0.16	UM10
	Tramo 2 de inspección		
	Falla	Densidad	Unidades
	Fisuras L y T (L)	1.47	UM23
	Tramo 3 de inspección		
	Falla	Densidad	Unidades
	Fisura L y T (H)	0.25	UM39
	Total		
	Falla	Densidad	Unidades
	Parche (L)	0.15	UM10
	Hinchamiento (M)	0.16	UM10

Fuente: Elaboración propia.

3. Formas de reparación de pavimentos de asfalto

Según los resultados obtenidos en cada unidad de muestra, se han presentado las siguientes fallas: parches y parches de corte utilitario, peladuras por intemperismo y desprendimiento de agregados, piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, baches, desplazamientos, fisuras de borde e hinchamiento.

Según el catálogo de fallas del Departamento de administración y evaluación de pavimentos (1990), se presenta una guía de alternativas de mantenimiento que clasifica la severidad de las fallas en dos niveles de ocurrencia:

- Local: Cuando el daño presenta de forma ocasional o intermitente (menor al 25% del área evaluada)
- General: Cuando el daño presenta de forma frecuente y extensiva (mayor al 25% del área evaluada)

En este apartado, se hablará de las reparaciones que se pueden aplicar para cada una de las fallas mencionadas, teniendo en cuenta las severidades en que se encuentran en el tramo seleccionado de la Av. Don Bosco.

El resto de las reparaciones de las fallas no detectadas en el tramo seleccionado, se pueden encontrar en el catálogo citado.

Parches y parches de corte utilitario:

En el tramo seleccionado de la Av. Don Bosco se encontraron, parches de severidad media y alta; así como parches de corte utilitario de severidad baja y media.

- Para los parches de corte utilitario de severidad baja, no se aplicará ninguna alternativa de reparación
- Para parches de severidad media; siendo estos locales en las unidades de muestra, se puede realizar un sellado de las fisuras con material bituminoso o no realizar ninguna acción. Para los parches de corte utilitario de severidad media, siendo estos frecuentes en las unidades de muestras y que se encuentran con mayor área, se puede realizar un sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica.
- Para parches de severidad alta, siendo este encontrado de forma local, se puede aplicar: un bacheo de forma parcial (carpeta asfáltica) con mezcla asfáltica en frío/ en caliente o bacheo profundo, incluyendo reposición de base granular.

En caso no se realizara ninguna alternativa de reparación, los daños presentarán una evolución dentro del área del parche, aumentando su nivel de severidad. Posible rotura del parche que da lugar a un bache, permitiendo el deterioro del pavimento contiguo por el ingreso del agua.

Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados:

Esta falla se encuentra con niveles de severidad bajo, medio y alto; ya sea con un porcentaje de densidad representativo o no, en las unidades de muestras.

- Para las fallas de severidad baja, siendo esta frecuente en varias unidades de muestras y de forma general, bien se puede aplicar un riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie; o no realizar ninguna acción.
- En las fallas de severidad media, se puede aplicar: riego con emulsión bituminosa o un sellado de superficie con lechada asfáltica (Slurry Seal)
- Para las fallas de severidad alta, siendo estas encontradas de manera local, se puede aplicar: bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/ en caliente o un sellado de superficie con lechada asfáltica (Slurry Seal).
- El objetivo de estos mantenimientos es conservar la integridad de la capa asfáltica. En caso no se realizara ninguna alternativa de reparación; en la falla se irá acelerando la oxidación del ligante y empezará a ir acompañada de peladuras, evolucionando luego a baches superficiales hasta llegar a una completa desintegración del pavimento.

Piel de cocodrilo:

Se encuentra piel de cocodrilo de severidad baja, media y alta en el tramo inspeccionado.

- Para las fallas de severidad baja, se puede aplicar un sellado de la superficie afectada con emulsión bituminosa o no realizar ninguna acción.
- En las fallas de severidad media, las cuales se presentan de manera local se puede aplicar: bacheos superficiales, parciales (carpeta asfáltica) o profundas con mezclas asfálticas en frío/caliente.
- Para las fallas de severidad alta, se recomienda un bacheo profundo incluyendo la reposición de base granular.

Como objetivo de conservar la integridad de la estructura del pavimento; si no se realiza ninguna alternativa de reparación, en su evolución puede ir acompañado de ahuellamientos y/o hundimientos con un progreso rápido por condiciones de tráfico, precipitaciones o drenaje; hasta originar baches en el pavimento.

Fisuras longitudinales y transversales:

En el tramo evaluado podemos encontrar la falla en severidad media y alta, siendo esta última, insignificante en el pavimento, pues presenta un VD igual a 0.

- Para las fallas de severidad media, encontradas de manera local, se puede aplicar un sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa más arena.
- Para las fallas de severidad alta, se puede realizar: un sellado de fisuras o un bacheo parcial con mezcla asfáltica en frío/caliente.

En caso no se realizara ninguna alternativa de reparación, las fisuras empezarán a extenderse, ramificarse o multiplicarse hasta dar lugar a una fisura tipo piel de cocodrilo; dando ingreso al agua por posibles lluvias y deteriorando las capas inferiores.

Baches:

Encontramos esta falla con severidad media y alta en el tramo evaluado.

- Si la falla presenta severidad media, se puede realizar un bacheo superficial o un bacheo parcial, con mezcla asfáltica en frío/caliente
- Baches con severidad alta, se puede aplicar un bacheo profundo con reposición de base granular, seguido de un sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (Slurry Seal).

Como objetivo de restablecer la comodidad de circulación y seguridad del tránsito; y conservar la integración del revestimiento y la estructura del pavimento; si no se llegara a realizar ninguna reparación, los baches aumentarán en profundidad, número y extensión; debido a la retención de agua en las cavidades. Los baches es la última manifestación que se produce por evolución de otras fallas.

Desplazamientos:

Se observan desplazamientos con severidad media en los bordes de calzada.

- Para la reparación en una falla de severidad media se puede realizar un bacheo parcial con mezcla en frío/caliente si es local; en caso se encontrara en tramos largos, se realiza un fresado o perfilado en frío más un tratamiento superficial asfáltico.

Si no se llegara a aplicar ninguna alternativa, eventualmente se pueden originar baches superficiales como posible evolución.

Fisura de borde:

Se encontraron fallas de severidad baja, media y alta.

- Para una fisura de borde de severidad baja, no se realiza ninguna acción de reparación; salvo que presente grietas con ancho mayor de 3mm se realiza un sellado.
- Las fallas con severidad media, las cuales se encontraban de manera local, se puede aplicar un bacheo superficial o parcial con mezcla asfáltica en frío/caliente.
- Y para las fallas de severidad alta, se realiza: bacheo parcial o profundo con reposición de base granular.

Si no se llegara a aplicar ninguna alternativa de reparación, la falla empezará a extenderse hasta el interior de la calzada, reduciendo su ancho efectivo. Su evolución es causa de una base inestable y las malas condiciones de drenaje superficial.

Hinchamiento:

Se encontró una única falla con severidad media en el tramo evaluado, teniendo un valor deducido igual a 0.

- Como alternativa de reparación, se puede aplicar un bacheo profundo incluyendo reposición de base granular o no realizar ninguna acción.

En caso no se realizara una reparación, existirá una creciente distorsión del perfil longitudinal de la vía, y se pueden originar agrietamientos y eventualmente baches.

Ya mencionadas las posibles reparaciones para cada falla encontrada en el tramo evaluado; nos enfocamos en las unidades de muestras que se encuentran con un valor de PCI

menor o igual a 40 (condición pobre, muy pobre y fallado), pues para mejorar el valor de PCI promedio de un tramo o calzada, es necesario elevar el PCI individual de cada unidad de muestra que se encuentre en malas condiciones. De esta manera, en la Tabla 29 se menciona las unidades de muestras con sus fallas que mayor daño hacen al pavimento (mayor VD), así como una alternativa de reparación. Cabe recalcar, que solo la calzada 1 presenta una variación de estado de pavimento en sus unidades, presentándose unidades de muestras en estado pobre y muy pobre.



Tabla 29. Reparaciones en las unidades de muestras con una condición pobre y muy pobre.

Tramo de Inspección	Unidades	Fallas	Severidad	VD	Cantidad	Reparación	
Calzada 1	Tramo 1	UM1	Parche	Media	52	112.81 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica
			Peladura	Alta	22	7.22 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)
	UM4	Parche	Media	55	139.86 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Peladura	Alta	22	7.44 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)	
	UM5	Parche	Media	53.2	115.44 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Peladura	Alta	26	10.04 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)	
	UM6	Parche	Media	53.55	117.62 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Parche	Alta	45	22.39 m ²	Bacheo parcial (carpeta asfáltica) o bacheo profundo	
	UM7	Parche	Media	53.25	113.07 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Parche	Alta	30	9.51 m ²	Bacheo parcial (carpeta asfáltica) o bacheo profundo	
	UM8	Parche	Media	53.83	136.89 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Peladura	Alta	31	16.21 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)	
	UM9	Parche	Media	53	120.88 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Peladura	Alta	42.5	19.55 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)	
	Tramo 2	UM11	Parche	Media	51.09	108.48 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica
Peladura			Alta	25	10.19 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)	
UM12		Parche	Media	56.67	166.25 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Peladura	Baja	31.67	138.79 m ²	Riego con emulsión bituminosa	
UM21		Parche	Media	50.77	107.79 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Bache	Alta	32	1 unidad	Bacheo profundo y sellado de superficie con lechada asfáltica	
UM23	Parche	Media	51.67	11.71 m ²	Sellado de fisuras con material bituminoso		
	Bache	Media	24.99	2 unidades	Bacheo superficial o bacheo parcial con mezcla asfáltica en frío/caliente		
Tramo 3	UM27	Bache	Alta	32	1 unidad	Bacheo profundo y sellado de superficie con lechada asfáltica	
		Parche	Media	24.17	18.27 m ²	Sellado de fisuras con material bituminoso	
	UM32	Parche	Media	52.5	114.81 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica	
		Parche	Baja	30	112.56 m ²	No se aplica ninguna alternativa	

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Primera. El uso del dron ha permitido reducir los tiempos en la toma de datos de campo. En este trabajo, se necesitó alrededor de 40 minutos para una inspección de 2 km aproximadamente. El trabajo es llevado a gabinete y se cuenta con mayor tiempo de análisis.

Segunda. Las dificultades encontradas en algunos puntos, durante la toma de datos (debido a los árboles y sus sombras, presencia de autos estacionados, altura de vuelo, etc.), fueron superadas realizando una inspección tradicional. La información de fallas obtenida en gabinete a partir de las ortofotos registradas por el dron, fue validada por inspección visual.

Tercera. Los modelos digitales, tanto como la ortofoto y el MDS, nos ayudan en la inspección y medición de todas las fallas, teniendo en cuenta también las mediciones perpendiculares al plano de la ortofoto para determinar la severidad de la falla; sin embargo, en algunas estas (corrugación, depresión, desnivel carril-berma, ahuellamiento, etc) la medición en el MDS no será óptima cuando estas presenten severidades bajas. Además, se debe tener en cuenta que la falla de agregado pulido, no se podría evaluar con los modelos digitales, puesto que se necesita conocer que la superficie del agregado debe ser suave al tacto.

Cuarta. En los tramos de inspección 1, 2 y 3 de la calzada 1 se obtuvieron valores de PCI de 35 (pobre), 42 (regular) y 61 (bueno); respectivamente. En los tramos de inspección 1, 2 y 3 de la calzada 2, obtuvieron valores de PCI de 93, 89 y 90 respectivamente, lo que corresponde a un estado excelente.

Asociando los resultados por calzadas; la calzada 1 con 1027 m (UM1-UM39) presenta un pavimento regular (PCI promedio igual a 46) y la calzada 2 con 1027 m (UM40-UM78) presenta un pavimento excelente (PCI promedio igual a 91).

Por último; se determinó el PCI global del tramo seleccionado en la Av. Don Bosco, considerando sus dos calzadas con un total de 2054 m de pista evaluada, teniendo un valor igual a 68, lo que corresponde a un estado de pavimento bueno.

Quinta. Las fallas más reiteradas encontradas fueron parches y peladuras. Los parches se deben a las recientes rehabilitaciones y trabajos de mantenimiento de alcantarillado; y las peladuras al constante derrame de solventes y otros derivados de petróleo que provocan el

ablandamiento de la superficie. En la calzada 1, se presentaron el parche severidad media y la peladura de severidad baja. Los parches se presentaron en 30 unidades de muestra y la peladura en casi todas unidades de muestra, en un total de 37 unidades. En la calzada 2, el parche de corte utilitario y la peladura, ambas de severidad baja, se encontraron en todas las 39 unidades de muestra, siendo también las únicas fallas encontradas.

Sexta. El valor de deducción resulta de una combinación de criterios de cantidad y severidad de cada tipo de falla encontrada y va referente con la magnitud de daño que produce la falla a un pavimento. Por lo tanto, si se tiene un alto valor deducido, la falla genera un mayor daño al pavimento y si el valor deducido es igual a 0, quiere decir que la falla en la unidad de muestra es insignificante como para ejercer un daño al pavimento evaluado.

En la calzada 1 encontramos, parche de corte utilitario severidad media (UM12) y parche de severidad alta (UM6), donde el parche de corte utilitario de severidad media presenta un VD de 56.67 y el parche de severidad alta presenta un VD de 45. De esta manera, las unidades UM12 y UM6, presentan una condición de pavimento pobre y muy pobre, respectivamente. Estas fallas se deben a reparaciones por daños inaceptables y de servicios públicos; los cuales no siempre presentan un adecuado diseño, deteriorándose con facilidad y provocando incomodidad al usuario. En la calzada 2, las fallas que mayor daño producen en ella son: peladura de severidad baja (UM66) y parche de corte utilitario de severidad baja (UM43). Ambas fallas presentan un valor deducido bajo comparada con la calzada 1, pues sus áreas no eran tan representativas; sin embargo, hacen que las unidades presenten un valor de PCI de 88 y 91.33, siendo los más bajos de la calzada. Por último, las densidades más bajas encontradas fueron de los parches de baja severidad con un 0.15% y un hinchamiento de severidad media con un 0.16% ambos encontrados en la UM10.

Sétima. Las fallas más recurrentes no necesariamente causan siempre más daño en el pavimento o viceversa. Si una falla es funcional (peladura y exudación), aunque se encuentre en varias muestras, tendrá un efecto muy bajo en ellas; mientras que una falla estructural (baches, cualquier tipo de fisura, depresiones y parches), repercute con más facilidad en el daño al pavimento. En la calzada 2 podemos encontrar peladura de severidad y densidad baja en todas las unidades de muestra, sin embargo estas no influyen en el daño del pavimento, pues siendo una falla funcional, para que genere un regular daño deberá tener una alta densidad y alta severidad. Por otro lado, una falla estructural, presentando un bajo porcentaje

de densidad y con severidad baja, siempre causará daño en el pavimento, con un valor de deducción representativo.

Octava. De la evaluación de la condición del pavimento de la Av. Don Bosco, se obtuvo que el 53% de las unidades de muestra inspeccionadas tienen un estado excelente, esto se debe a que toda la calzada 2 fue recientemente rehabilitada en el 2019, finalizando con los trabajos de mantenimiento de alcantarillado, teniendo así poco tiempo de servicio. Además, 1% del total de unidades se presentan en muy buen estado; un 6% con un estado bueno; le sigue un 23% de unidades en regular estado; un 14% con un pavimento de estado pobre; y un 3% en estado muy pobre, estos dos últimos porcentajes se debe a que en la calzada 1 solo se realizaron reparaciones en zonas dañadas y mantenimientos de alcantarillado; quedando el resto del pavimento intacto, que ha soportado diferentes temporadas de lluvias y fenómenos. No se llegó a encontrar pavimentos fallados.

Novena. Para mejorar el PCI general del tramo evaluado en la Av. Don Bosco, se da mayor enfoque de reparación a las unidades de muestras que presentan un estado de pavimento pobre y muy pobre; siendo estas encontradas en la calzada 1. Las fallas que requieren una reparación para elevar el PCI estas son: peladuras, parches y baches.

En la siguiente Tabla 30, se muestra un resumen total del metrado de las fallas con sus respectivas reparaciones para el tramo evaluado.

Tabla 30. Resumen del metrado de fallas a reparar.

Fallas	Severidad	Metrado	Reparaciones
Parche	Media	1383.88 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica
	Alta	31.9 m ²	Bacheo parcial (carpeta asfáltica) o bacheo profundo con mezcla asfáltica en frío/ caliente
Peladura	Baja	138.79 m ²	Riego con emulsión bituminosa
	Alta	70.65 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)
Baches	Media	1.6 m ²	Bacheo superficial o bacheo parcial con mezcla asfáltica en frío/caliente
	Alta	14 m ²	Bacheo profundo y sellado de superficie con lechada asfáltica

Fuente. Elaboración propia.

Por otro lado, si se desea mejorar más la condición de la Av. Don Bosco, se recomienda aplicar un riego de liga en toda la superficie, ya sea con emulsión bituminosa o una lechada asfáltica (Slurry Seal), con el fin de reparar las fallas de peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, siendo una de las más frecuentes.



Recomendaciones

Primera. Es recomendable realizar el plan de vuelo con anticipación, para poder evaluar la geometría y topografía del lugar de inspección, y así poder elegir una buena altura de vuelo. Lo recomendable es que el dron vuele a 20 m, para así lograr tener un mejor GSD, que permite una óptima resolución de las imágenes en gabinete. El vuelo se realizó a 30 m debido a que la zona contaba con muchos árboles alrededor que podía interrumpir el plan, (siendo Piura una ciudad que cuenta con muchos algarrobos de gran altura), por eso es recomendable que se vuele en vías despejadas de árboles. Además, la aplicación de plan de vuelo Pix4D Capture permitió un vuelo mínimo de 30 m de altura.

Segunda. Antes del vuelo se debe: realizar la calibración del dron, tener actualizado la aplicación del dispositivo y del radio control, colocar de manera correcta las hélices, buscar un lugar despejado para un buen despegue y aterrizaje del dron. Además tener en cuenta la zona a volar pues existen rangos restringidos de vuelo debido al control del tráfico aéreo.

Tercera. Es recomendable volar el dron en días que no sean muy soleados para que las sombras no estén muy involucradas (en la ciudad de Piura es casi imposible debido a su clima soleado), y que no hayan vehículos estacionados (los cuales son imposibles de eliminarlos con el programa). Todo esto para que poder realizar una mejor inspección de imágenes en gabinete.

Cuarta. Las personas encargadas de realizar este trabajo, tienen que estar debidamente capacitadas sobre el vuelo y el manejo del programa Pix4D. Además, deben tener descargada una cuenta propia de este para su uso.



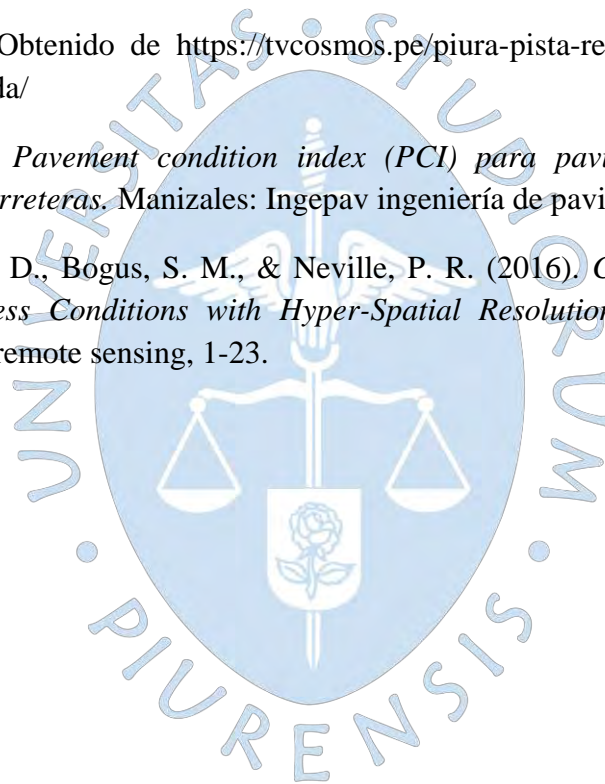
Referencias bibliográficas

- American Society for Testing and Materials. (2004). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03)*. Estados Unidos.
- Andaluz, D. (Febrero de 2017). Obtenido de Aleb. Asociación técnica de emulsiones bituminosas: <http://ateb.es/index.php/blog/item/228-empleamos-las-tecnicas-de-pavimentacion-ade cuadas-a-cada-tipo-de-via>
- Anupoj, S. (2016). The Constructor. Obtenido de <https://theconstructor.org>
- Berrones, G., & Herrán, D. (2013). *Plan de mantenimiento de la carpeta asfáltica de la sección del paso lateral de Ambato comprendida entre Huachi grande y el redondel del terremoto*. Quito: Pontificia universidad católica del Ecuador. Obtenido de <https://docplayer.es/50145259-Pontificia-universidad-catolica-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-escuela-de-civil-plan-de-mantenimiento-de-la-carpeta-asfaltica.html>
- Cablematic. (s.f.). Cablematic. Obtenido de <https://cablematic.com/es/productos/odometro-de-rueda-para-medicion-de-distancia-topometro-de-diametro-320-mm-YE003/>
- CANACEM. (2014). Obtenido de Slide Share: <https://es.slideshare.net/kenolivo1>.
- Condevel, D. (12 de Enero de 2018). Obtenido de sitio web de APD. Profesionales de drones: http://www.apd.org/2018/01/12/capitulo-1-que-es-un-drone/?gclid=EAIaIQobChMI2Zjpocuv4gIVVQOGCh0vNAKhEAAYASAAEgKaJvD_BwE&fbclid=IwAR0uDdF5Fsubyp6h6SJR0VR24nnKxvp2SzSyIVVWQ3oOiHC RQhUBPCqmYBM
- Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). *Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles*. Mexico.
- Consejo Regional de Seguridad Vial. (2013). *Memoria Anual 2013*. Piura: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones.
- Corredor, G., & Corros, M. (2010). *Modulo III, Evaluación de pavimentos. Maestría en vías terrestres, Universidad nacional de ingeniería, Managua*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juanluisvilcayucra98/fallas-enpavimentos1>
- Cruz, J. (2018). *Cálculo del índice de condición del pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil FIC-UNI, Lima.
- Del Valle, D. (marzo de 2017). Emaze. Obtenido de <https://www.emaze.com/@AQRZWFZF>
- Diario El Tiempo . (2018). Obtenido de <https://eltiempo.pe/cuatro-millones-al-agua-la-av-don-bosco/>

- Diario el Tiempo. (2018). Obtenido de <https://eltiempo.pe/ministro-giuffra-apertura-parte-la-via-evitamiento-piura-mp/>
- Díaz, R. (2017). *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Don Bosco de los distritos de Piura y Veintiseis de octubre*. Piura: Gobierno Regional de Piura.
- Droning. (octubre de 2014). Obtenido de <https://droningpage.wordpress.com/2014/10/19/que-partes-componen-un-drone-multitrotor/>
- Fareed, K., Haleem, K., & Saleh, A. (2016). *The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen. Technology and Management in Construction* , 1446-1447.
- Ferrer, M. (2018). *Apuntes del curso Diseño de Pavimentos: Diseño de Pavimentos Flexibles Método AASHTO*. Piura: Universidad de Piura .
- Gamboa, K. (2009). *Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura*. Piura: Universidad de Piura.
- García, I. (2017). *Estudio sobre vehículos aéreos no tripulados y sus aplicaciones*. Valladolid.
- Gestión. (2017). Obtenido de <https://gestion.pe/economia/mtc-inicia-recuperacion-pistas-s-104-millones-piura-222592-noticia/>
- Headquarters, department of the army. (1982). *Pavement Maintenance Management*. Washington DC, Estado Unidos: Technical Manual TM 5-623.
- Hispa Drones. (2019). Obtenido de <https://www.hispadrones.com/principiantes/aprendizaje-consejos/tipos-de-drones/>
- Ilo Perú en Línea. (2015). Obtenido de Ilo Perú en línea: <http://iloperuenlinea.blogspot.com/2015/11/>
- INVIAS. (2006). *Manual para inspección visual de pavimentos flexibles*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/component/content/article/2-uncategorised/57->
- Inzerillo, L., Di Mino, G., & Roberts, R. (2018). *Image-based 3D reconstruction using traditional and UAV datasets for analysis of road pavement distress*. ELSEVIER, 457–469.
- Izaguirre, J. (2016). *Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos*. Ciudad de Mexico
- Kolbe, A. (2003). Obtenido de ICAO Web site : <https://www.icao.int/SAM/Documents/2003/SGP/Kolbe.pdf>
- La Hora. (2018). Obtenido de <https://lahora.pe/desde-hoy-unp-con-nuevas-vias-de-acceso-la-hora-jo/>

- León, C. (2017). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del Jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14. Por el método: índice de condición de pavimentos*. Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://docplayer.es/92605597-Universidad-nacional-de-cajamarca-facultad-de-ingenieria-escuela-academico-profesional-de-ingenieria-civil.html>
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (1990). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. República Dominicana: Departamento de administración y evaluación de pavimentos.
- Montejo, S. (2002). *Ingeniería de Pavimentos*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Municipalidad Provincial de Piura. (2010). *Plan Vial Provincial Participativo de Piura*. Piura.
- Municipalidad Provincial de Piura. (2012). *Plan de Desarrollo Urbano de los Distritos de; Piura, Veintiseis de Octubre, Castilla y Catacaos al 2032*. Piura: Municipalidad Provincial de Piura.
- Municipalidad Provincial de Piura. (2017). Municipalidad Provincial de Piura. Obtenido de <http://www.munipiura.gob.pe/carlos-emilio-ruesta-zapata/item/3292-rehabilitacion-de-la-av-don-bosco-entre-la-av-gullman-y-la-av-bolognesi-del-distrito-de-piura>
- Pozo, O. (2017). *Rehabilitación de la Av. Don Bosco de la Av. Gulman hasta la calle 02- distrito de veintiseis de octubre-provincia de Piura-departamento de Piura*. Piura: Gobierno Regional Piura.
- Puerta, C. (2015). *Tecnología drone en levantamientos topográficos*. Bogotá.
- Radio Cutivalú. (abril de 2017). *CIP asesorará a municipalidades para el parchado de pistas*. Obtenido de <https://www.radiocutivalu.org/cip-asesorara-a-municipalidades-para-el-parchado-de-pistas/>
- Revista Perú Construye. (2018). Obtenido de <https://gestion.pe/economia/mtc-inicia-recuperacion-pistas-s-104-millones-piura-222592-noticia/>
- Robles, R. (2015). *Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco-Surco-Lima*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://docplayer.es/72265826-Calculo-del-indice-de-condicion-del-pavimento-pci-barranco-surco-lima.html>
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Piura: Universidad de Piura.
- Salgado, R. (28 de Febrero de 2018). Obtenido de sitio web de Saber Mas Revista de Divulgacion de la Universidad de Michoacana de San Nicolas de Hidalgo: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/150-numero-1957/301-drones-tecnologia-a-control-remoto.html>

- Sánchez, J. (2017). *Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI*. Piura: Universidad de Piura.
- Sánchez, J. (2018). *Apuntes del curso Diseño de Pavimentos: Conceptos de Performance de Pavimentos*. Piura: Universidad de Piura.
- Sotil, A. (12 de Setiembre de 2014). Slide Share. Obtenido de sitio web de Slide Share: https://es.slideshare.net/kevinromerolatorre/tipos-de-pavimentos?next_slideshow=1&fbclid=IwAR3vgRdQ9I6kVIL1lejKo4HUAe-NG4oWPLo-IMivMUiB-LgygWt1LYbmXig
- Tacca, H. (2015). *Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional*. Tesis para optar el título de Ingeniero Topógrafo y Agrimensor- Universidad Nacional del Altiplano, PUNO.
- TV Cosmo. (2018). Obtenido de <https://tvcosmos.pe/piura-pista-recien-inaugurada-ya-esta-siendo-parchada/>
- Vásquez, V. (2002). *Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales: Ingepav ingeniería de pavimentos.
- Zhang, S., Lippitt, C. D., Bogus, S. M., & Neville, P. R. (2016). *Characterizing Pavement Surface Distress Conditions with Hyper-Spatial Resolution Natural Color Aerial Photography*. remote sensing, 1-23.


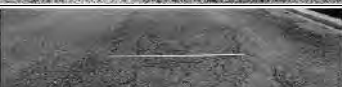
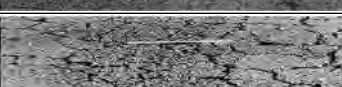

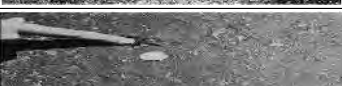



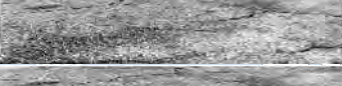
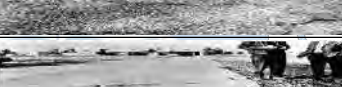




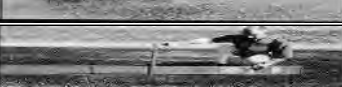






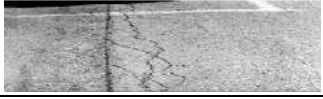

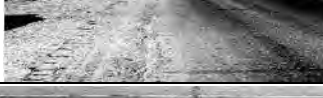
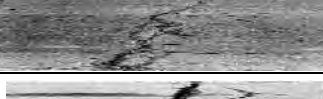
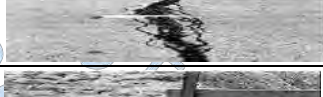


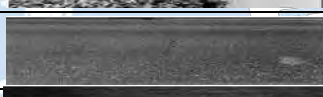
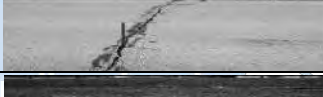





Anexos

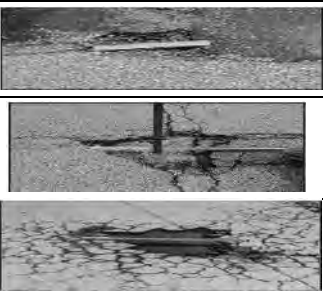
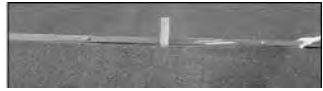



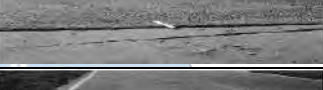


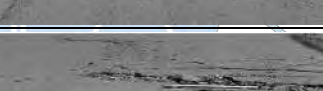


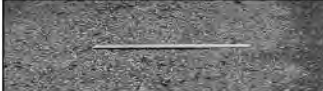






Anexo A: Tablas de niveles y unidades de medida de las fallas

Falla	Severidad	Figura	Unidad de medida
PEL DE COCODRILO	L		Medida en metros cuadrados. Si hay presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla éstas porciones deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente.
	M		
	H		
EXUDACION	L		La exudación es medida en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial. Si la exudación es registrada, entonces el agregado pulido no debe ser registrado.
	M		
	H		
FISURAS EN BLOQUE	L		Las fisuras en bloque son medidas en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial. Esta falla generalmente ocurre en un sólo nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad, pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada.
	M		
	H		
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	L		Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales (pies). Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada.
	M		
	H		
CORRUGACION	L		La corrugación es medida en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial.
	M		
	H		
DEPRESION	L		Las depresiones son medidas en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial.
	M		
	H		

Falla	Severidad	Figura	Unidad de medida
FISURA DE BORDE	L Bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.		El fisuramiento de borde es medido en metros lineales (pies).
	M Mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento.		
	H Fragmentación o desprendimiento considerable a lo largo del borde		
FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	L Se cumple una de las siguientes condiciones : Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada), o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones).		Las fisuras de reflexión de juntas son medidas en metros lineales (pies). La longitud y nivel de severidad de cada fisura debe ser identificada y registrada por separado. Por ejemplo, una fisura de 15m (50 pies) de longitud puede tener 3m (10 pies) con un nivel de severidad alto, los cuales son registrados por separado. Si se presenta un abultamiento en la fisura de reflexión, este también debe ser registrado.
	M Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas) rodeada de fisuras secundarias leves.		
	H Cualquier fisura con o sin relleno rodeada de fisuras secundarias de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas); o, fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100mm (4 pulgadas) del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.		
DESNIVEL CARRIL- BERMA	L La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm (1 pulgada) y menor a 50mm (2 pulgadas).		El desnivel carril-berma es medido en metros lineales (pies).
	M La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm (2 pulgadas) y menor a 100mm (4 pulgadas).		
	H La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100mm (4 pulgadas) .		
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	L Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada), o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones).		Las fisuras longitudinales y transversales con medidas en metros lineales (pies). La longitud y severidad de cada fisura deben ser registradas. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado.
	M Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas) rodeada de fisuras secundarias leves y en forma aleatoria.		
	H Cualquier fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras secundarias en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas).		
PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIO	L El parche se encuentra en buenas condiciones. La calidad de tránsito es calificada como de baja severidad o mejor .		Los parches son medidos en metros cuadrados (pie2) de área superficial; sin embargo, si un mismo parche tiene áreas de con diferentes niveles de severidad, estas áreas deben ser medidas y registradas por separado.
	M El parche esta deteriorado e forma moderada, o la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad, o ambos.		
	H El parche se encuentra muy deteriorado, o la calidad de tránsito es calificada como de alta severidad, o ambas; en este caso el parche necesita ser reemplazado lo más pronto posible .		
AGREGADO PULIDO	No hay niveles de severidad definidos; sin embargo, el nivel de pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto.		El agregado pulido es medido en metros cuadrados (pie2) de área superficial. Si se registra exudación, entonces el agregado pulido y no debe ser registrado.

Falla	Severidad	Figura	Unidad de medida																			
BACHES	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Máxima profundidad del Bache</th> <th colspan="3">Diámetro Promedio (mm) (pulgadas)</th> </tr> <tr> <th>100 a 249mm (4 a 10 pulgadas)</th> <th>250 a 450mm (10 a 18 pulgadas)</th> <th>450 a 750mm (18 a 30 pulgadas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13 a 52mm (1/2 a 1 1/4 pulgadas)</td> <td>L</td> <td>L</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>>25 y ≤ 51mm (1 a 2 pulgadas)</td> <td>L</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>> 51mm (2 pulgadas)</td> <td>M</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>	Máxima profundidad del Bache	Diámetro Promedio (mm) (pulgadas)			100 a 249mm (4 a 10 pulgadas)	250 a 450mm (10 a 18 pulgadas)	450 a 750mm (18 a 30 pulgadas)	13 a 52mm (1/2 a 1 1/4 pulgadas)	L	L	M	>25 y ≤ 51mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H	> 51mm (2 pulgadas)	M	M	H		Los baches no son medidos sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad bajo, mediano o alto.
	Máxima profundidad del Bache		Diámetro Promedio (mm) (pulgadas)																			
		100 a 249mm (4 a 10 pulgadas)	250 a 450mm (10 a 18 pulgadas)	450 a 750mm (18 a 30 pulgadas)																		
	13 a 52mm (1/2 a 1 1/4 pulgadas)	L	L	M																		
>25 y ≤ 51mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H																			
> 51mm (2 pulgadas)	M	M	H																			
AHUELLAMIENTO	L 6 a 13mm (¼ a ½ pulgada)		El ahuellamiento es medido en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial, y su severidad es determinada mediante la profundidad media del ahuellamiento. La profundidad media del ahuellamiento se obtiene colocando una regla en dirección perpendicular a la falla, midiendo su profundidad, y luego utilizando las medidas tomadas a lo largo del ahuellamiento para calcular el valor de profundidad media en milímetros.																			
	M 13 a 25mm (>½ a 1 pulgada)																					
	H > 25mm (> 1 pulgada)																					
DESPLAZAMIENTO	L Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad.		Los desplazamientos son medidos en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos, no se consideran como una falla por separado.																			
	M Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad.																					
	H Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad.																					
FISURA PARABOLICA	L Cuando el ancho promedio de la fisura es menor a 10mm (3/8 pulgada).		El área asociada con una fisura parabólica o por deslizamiento dada, es medida en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial, y calificada de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área.																			
	M El ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40mm (≥ 3/8 y < 1 1/2 pulgada); o el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de fisuras secundarias.																					
	H El ancho promedio de la fisura es > 40 (1 1/2 pulgada); o el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas.																					
HINCHAMIENTO	L Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad baja. Los hinchamientos de baja severidad no siempre son fáciles de distinguir, pero pueden ser detectados manejando a una velocidad límite sobre la sección de pavimento.		El área de hinchamiento es medido en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial.																			
	M Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.																					
	H Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta.																					
PELADURA Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L Cuando el agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas la superficie comienza a mostrar hoyos.		Las peladuras y desprendimientos son medidos en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial.																			
	M Cuando se ha desprendido el ligante o los agregados. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños hoyos.																					
	H Cuando el desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada.																					

Fuente. Elaboración propia.

Anexo B: Curvas de valor deducido

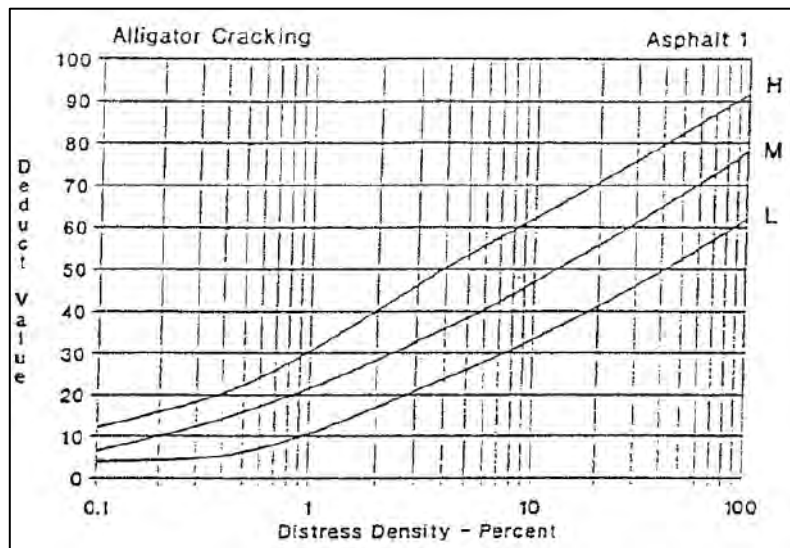


Figura B1. Curvas de valores deducidos para piel de cocodrilo.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

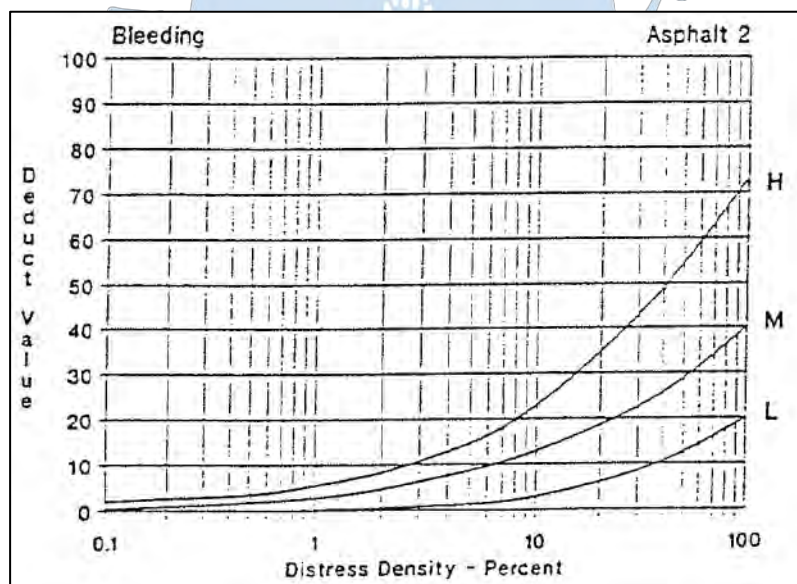


Figura B2. Curvas de valores deducidos para exudación.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

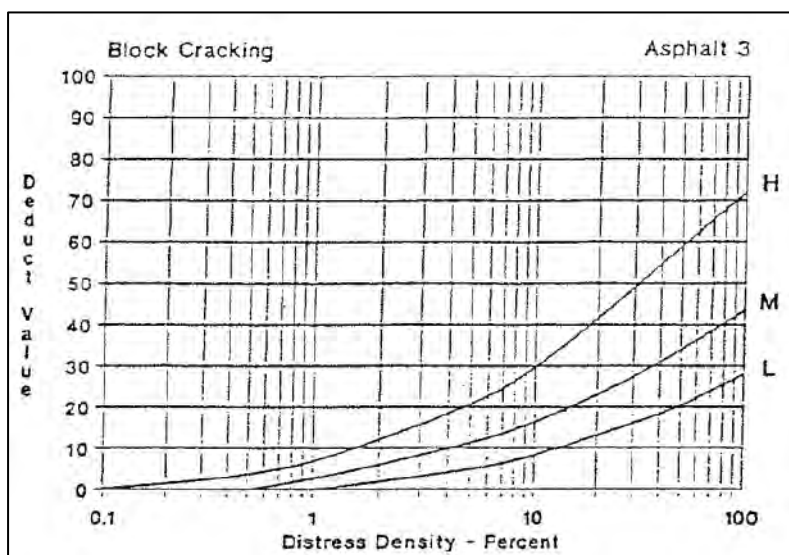


Figura B3. Curvas de valores deducidos para fisura en bloque.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

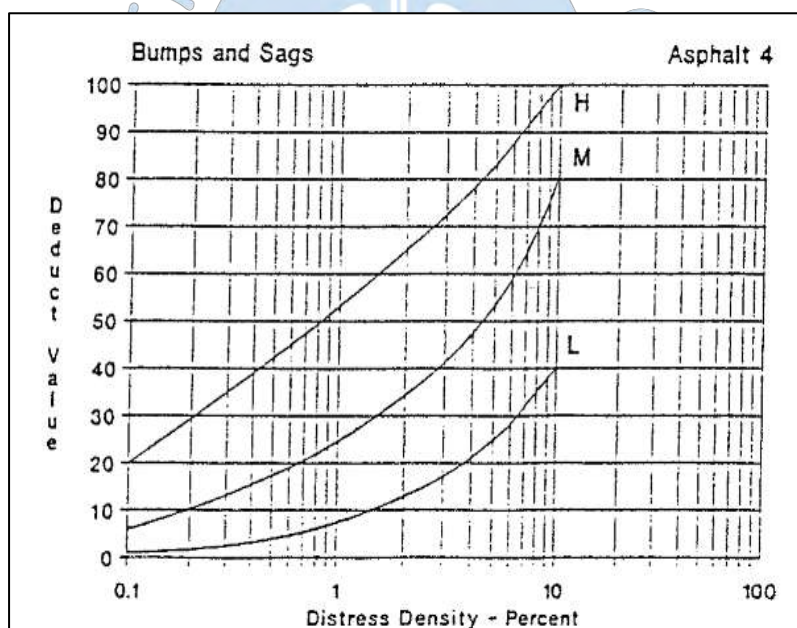


Figura B4. Curvas de valores deducidos para abultamiento y

hundimiento. Fuente: (Headquarters, department of the army, 1982)

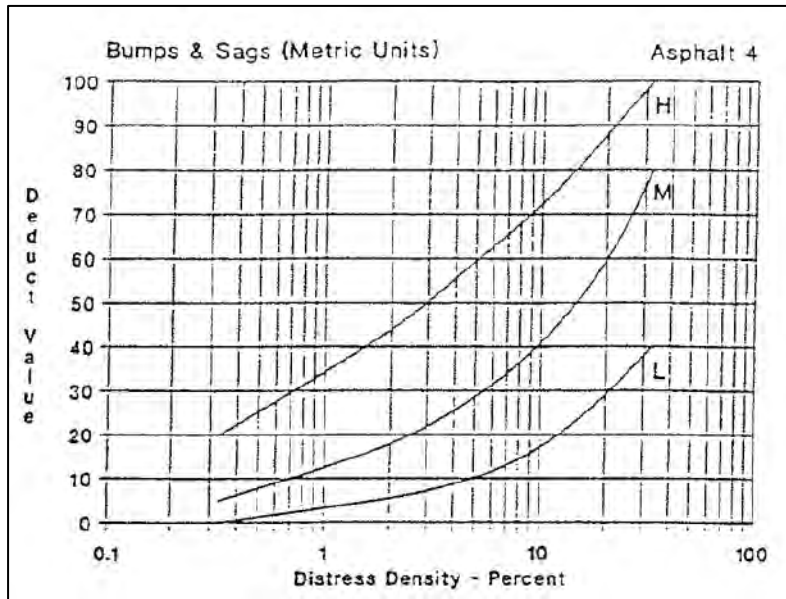


Figura B5. Curvas de valores deducidos para abultamiento y hundimiento. Fuente: (Headquarters, department of the army, 1982)

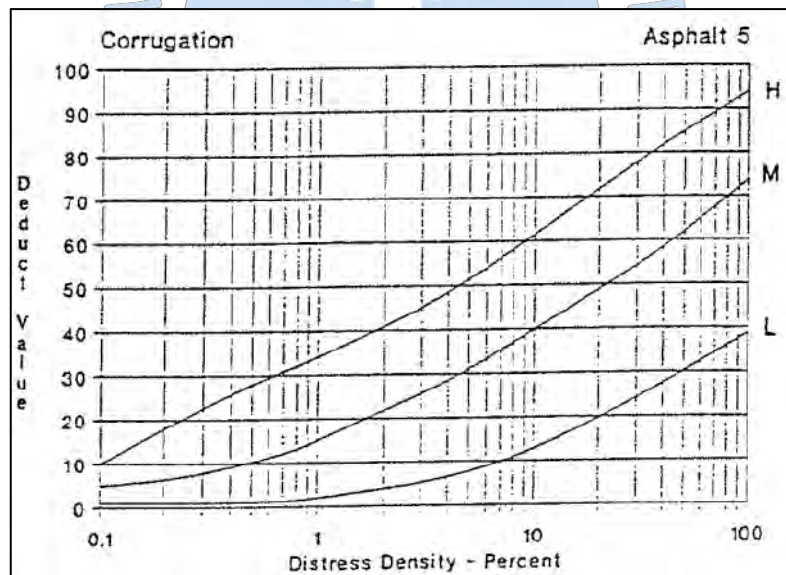


Figura B6. Curvas de valores deducidos para corrugación. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

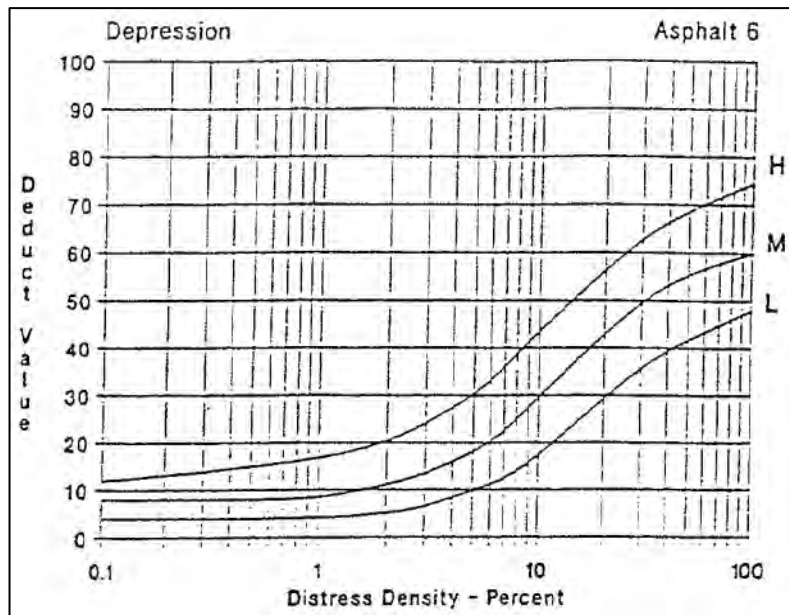


Figura B7. Curvas de valores deducidos para depresión.

Fuente: (Headquarters, department of the army, 1982)

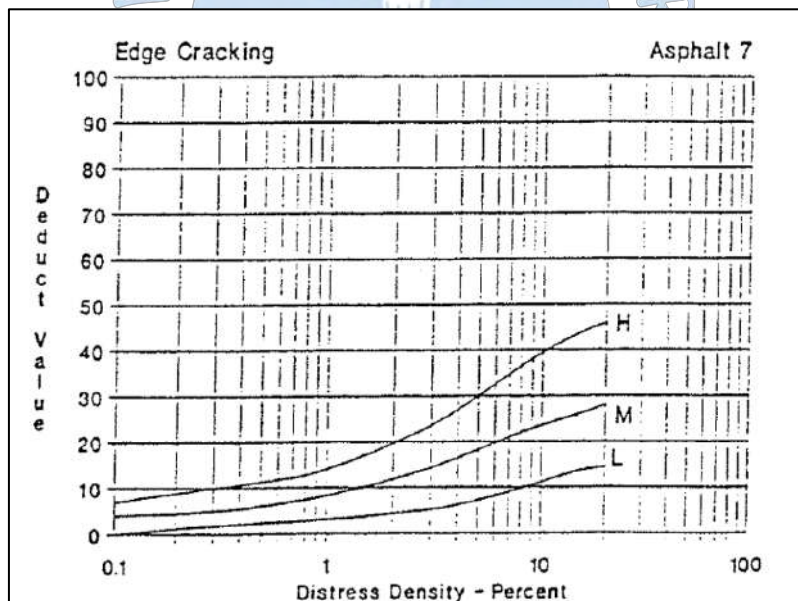


Figura B8. Curvas de valores deducidos para fisura de borde.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

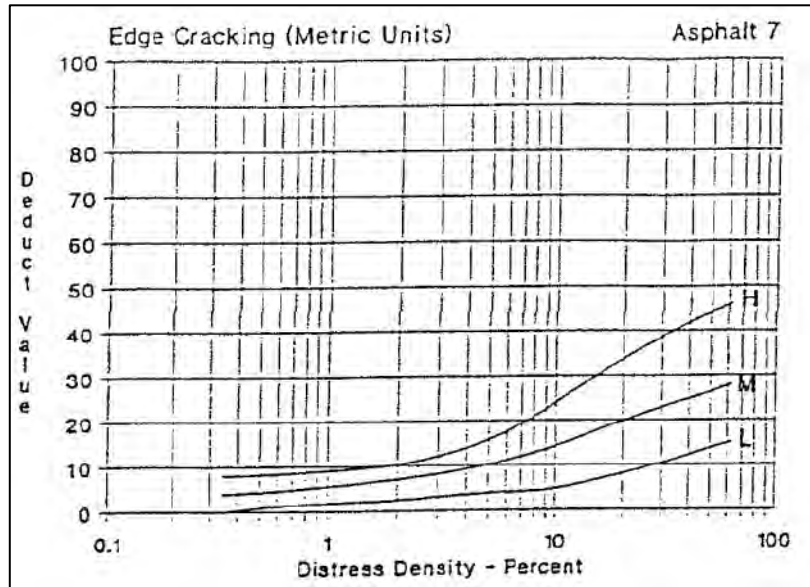


Figura B9. Curvas de valores deducidos para fisura de borde. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

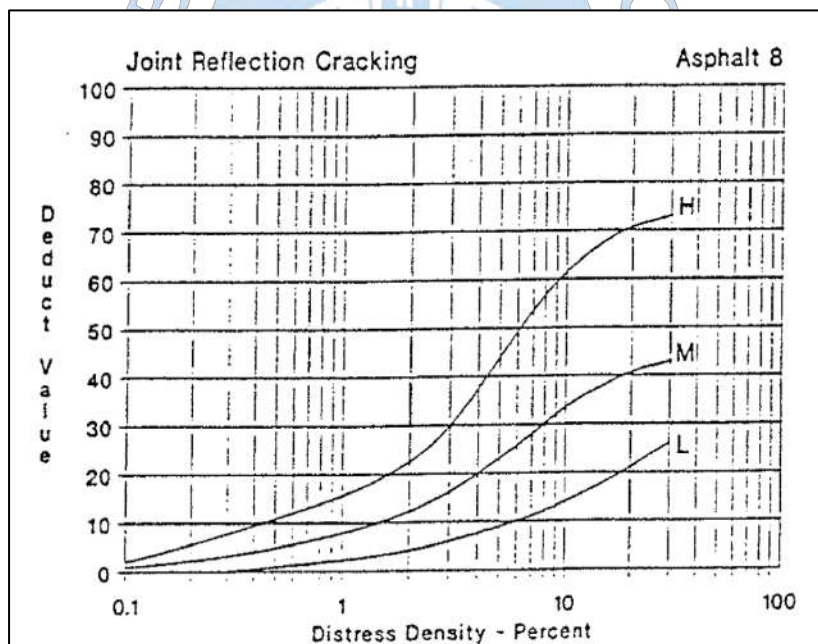


Figura B10. Curvas de valores deducidos para fisuras de reflexión de juntas. Fuente: (American Society for Testing

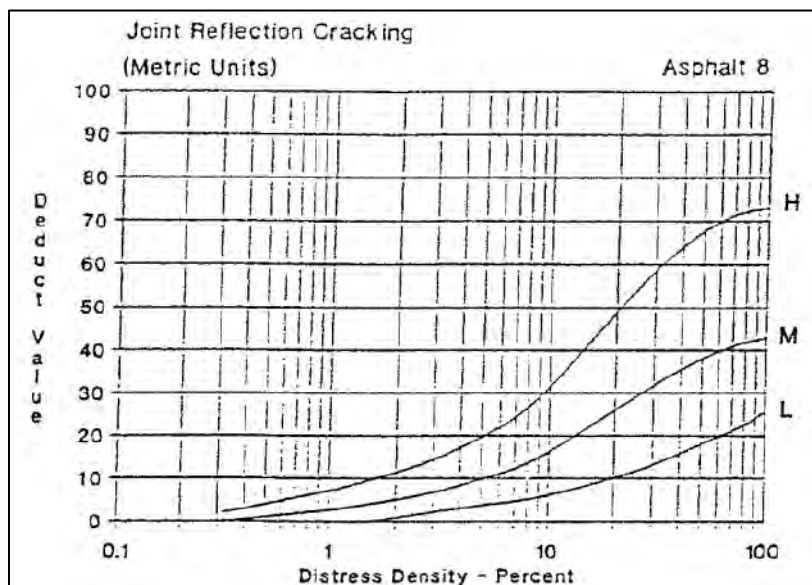


Figura B11. Curvas de valores deducidos para fisuras de reflexión de juntas. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

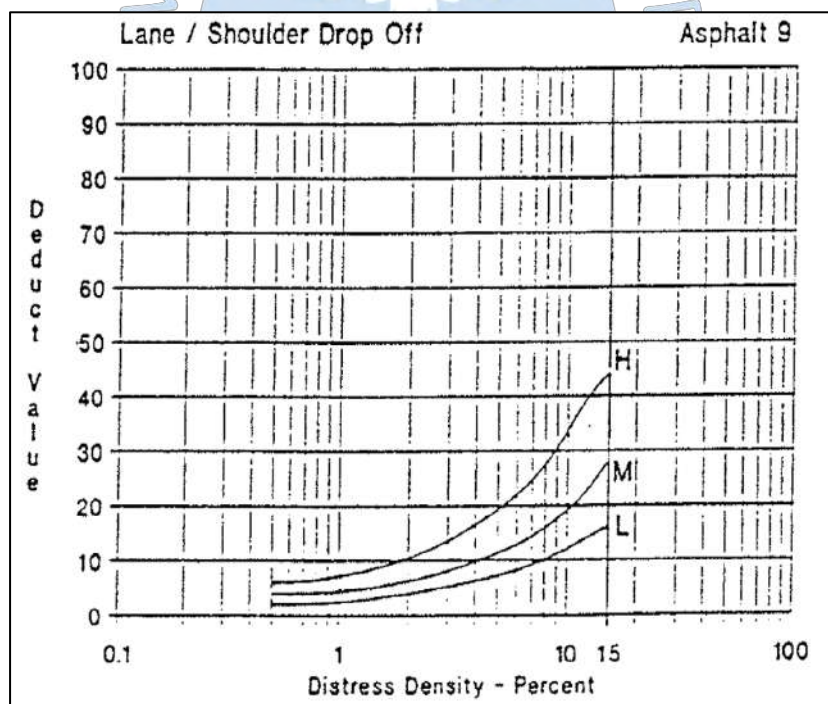


Figura B12. Curvas de valores deducidos para desnivel carril-berma. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

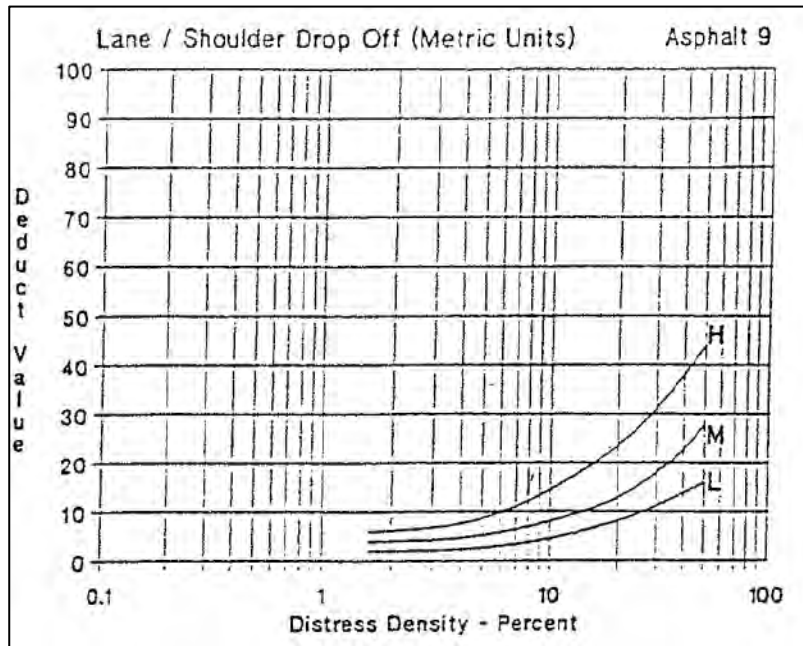


Figura B13. Curvas de valores deducidos para desnivel carril-berma.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

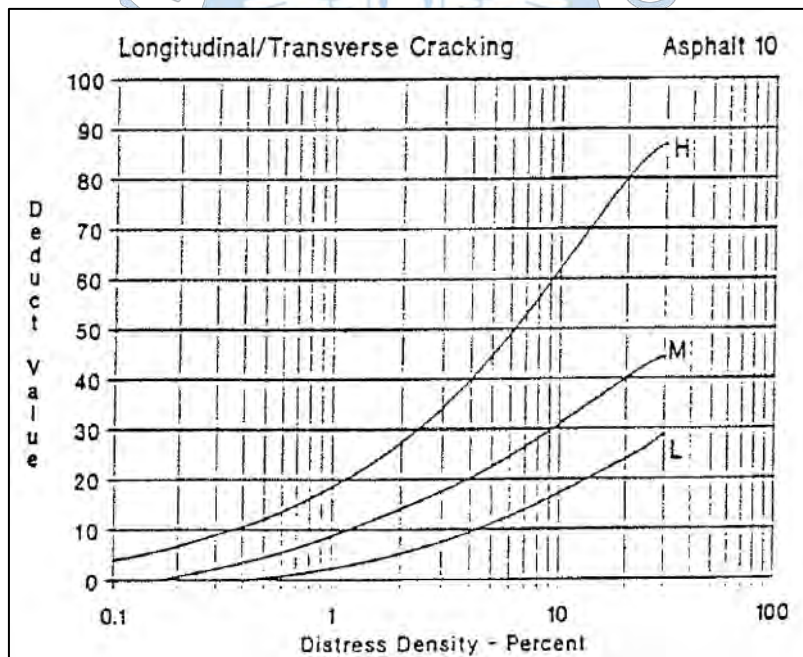


Figura B14. Curvas de valores deducidos para fisuras longitudinales y transversales. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

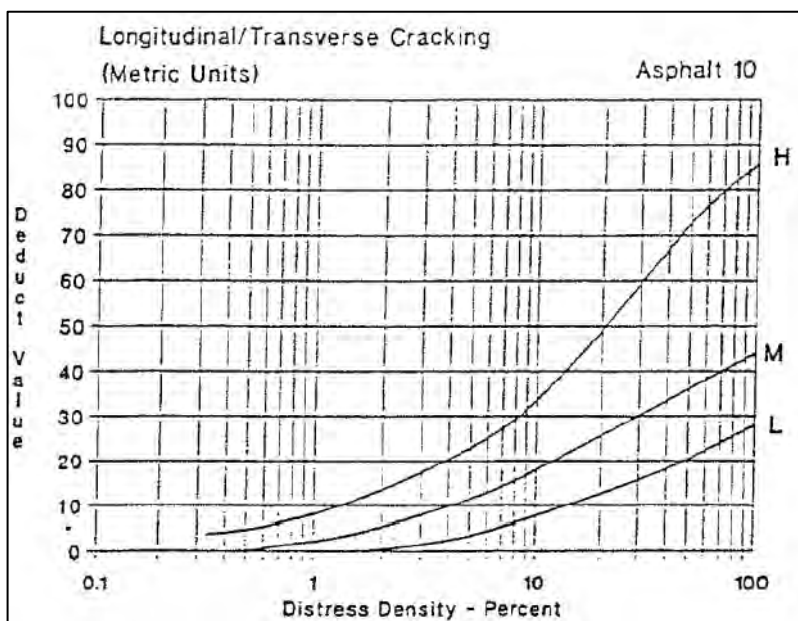


Figura B15. Curvas de valores deducidos para fisuras longitudinales y transversales. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

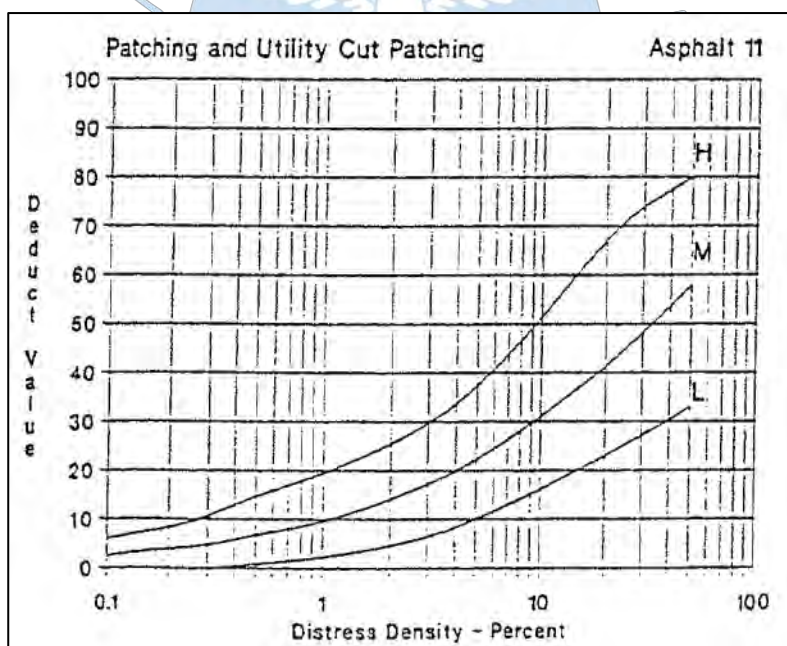


Figura B16. Curvas de valores deducidos para parches y parches de corte utilitario. Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

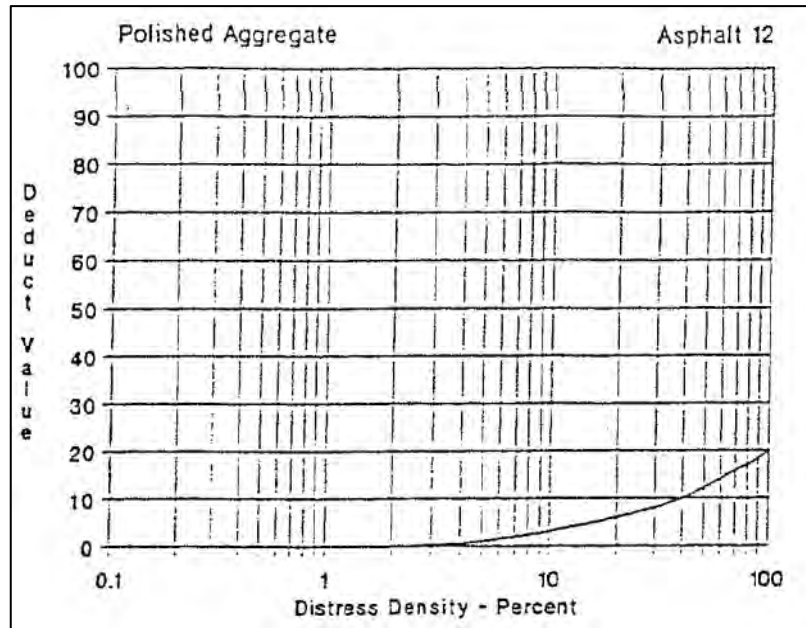


Figura B17. Curvas de valores deducidos para agregado pulido.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

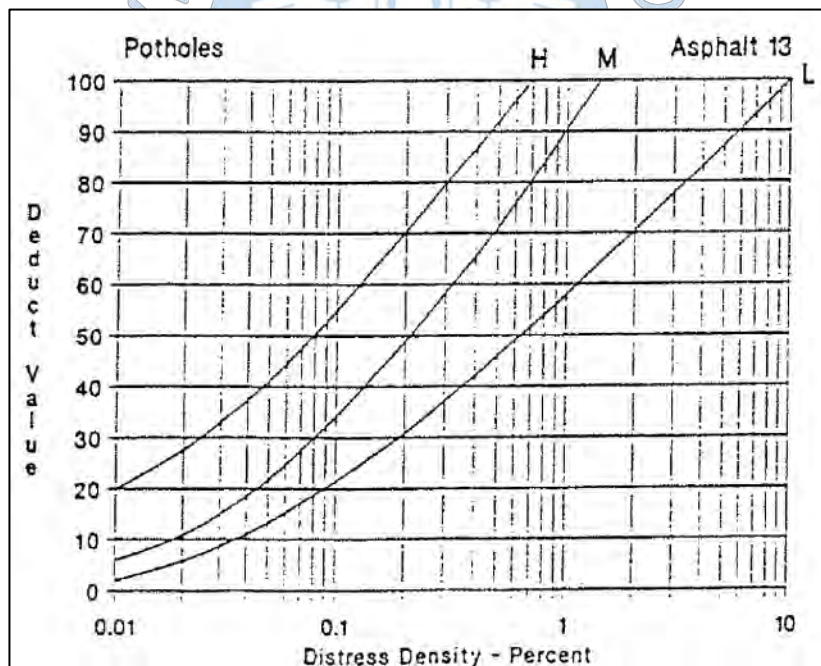


Figura B18. Curvas de valores deducidos para baches.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

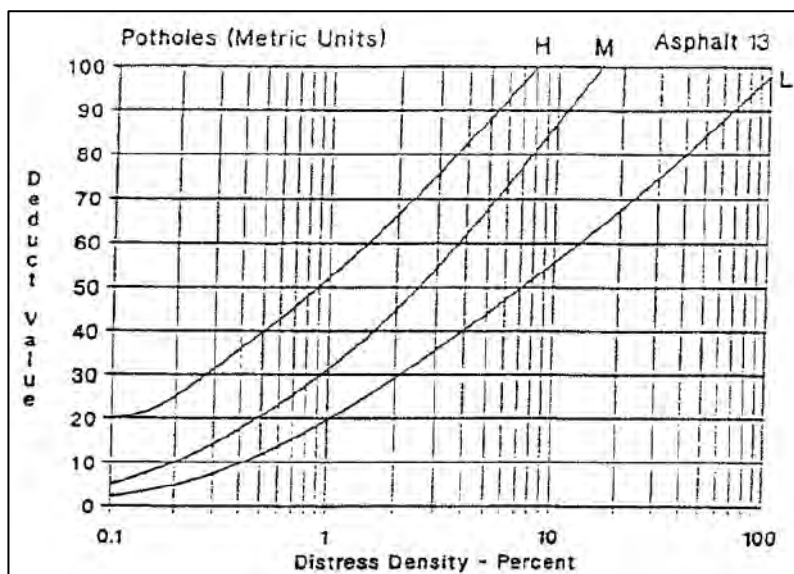


Figura B19. Curvas de valores deducidos para baches.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

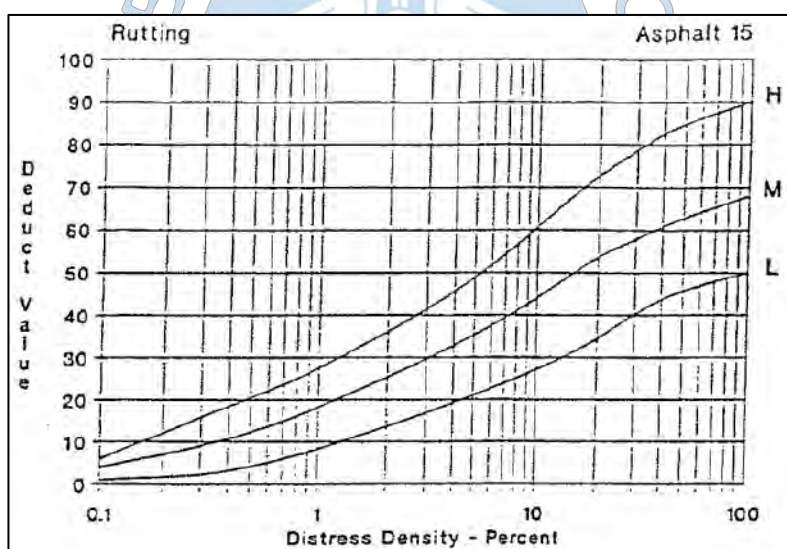


Figura B20. Curvas de valores deducidos para ahuellamiento.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

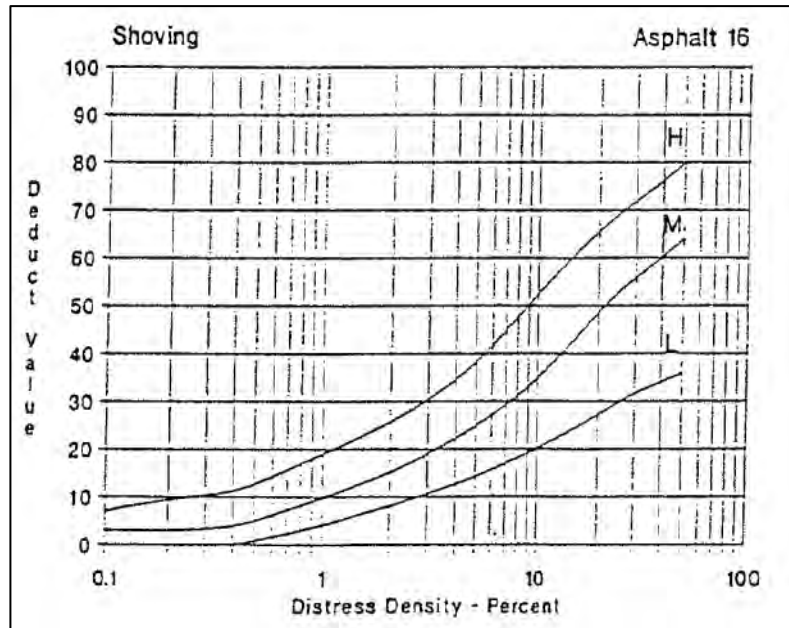


Figura B21. Curvas de valores deducidos para desplazamiento.
Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

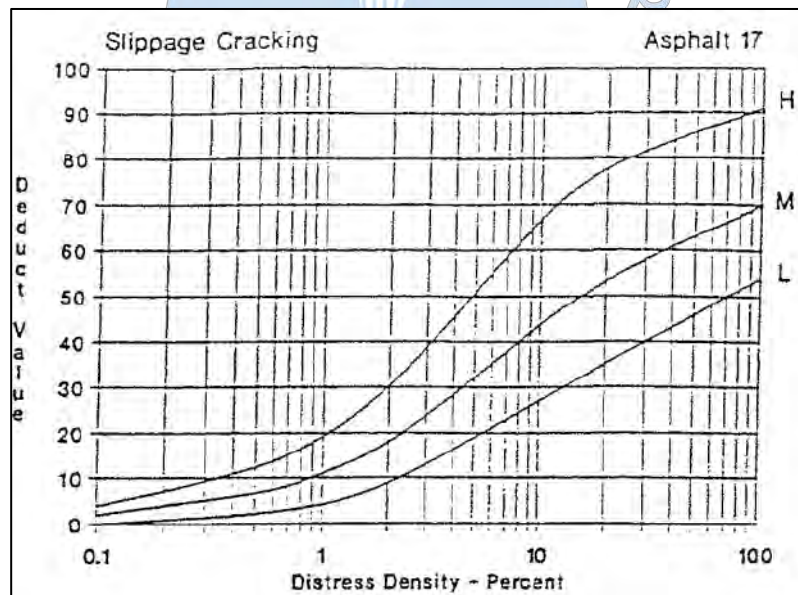


Figura B22. Curvas de valores deducidos para fisura parabólica.
Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

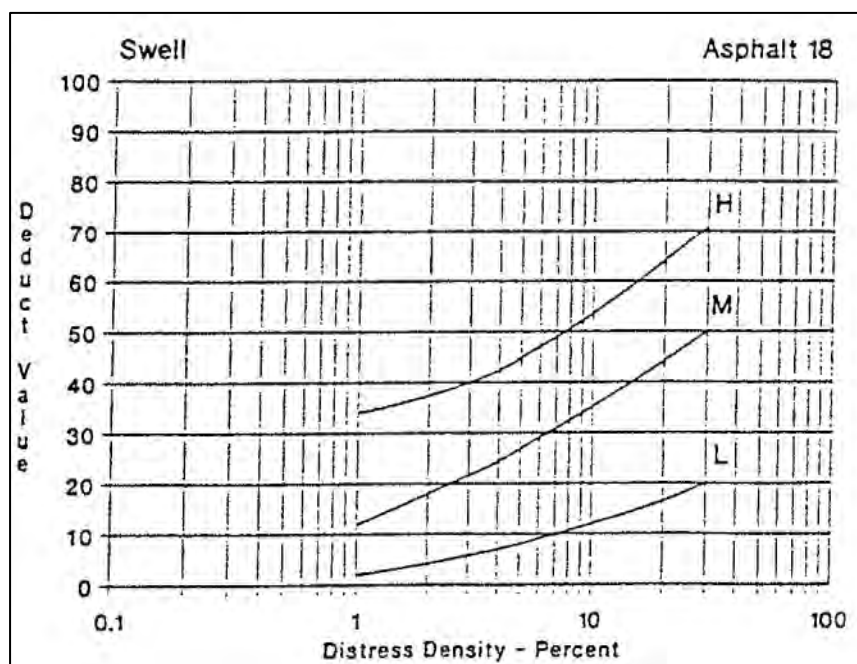


Figura B23. Curvas de valores deducidos para hinchamiento.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

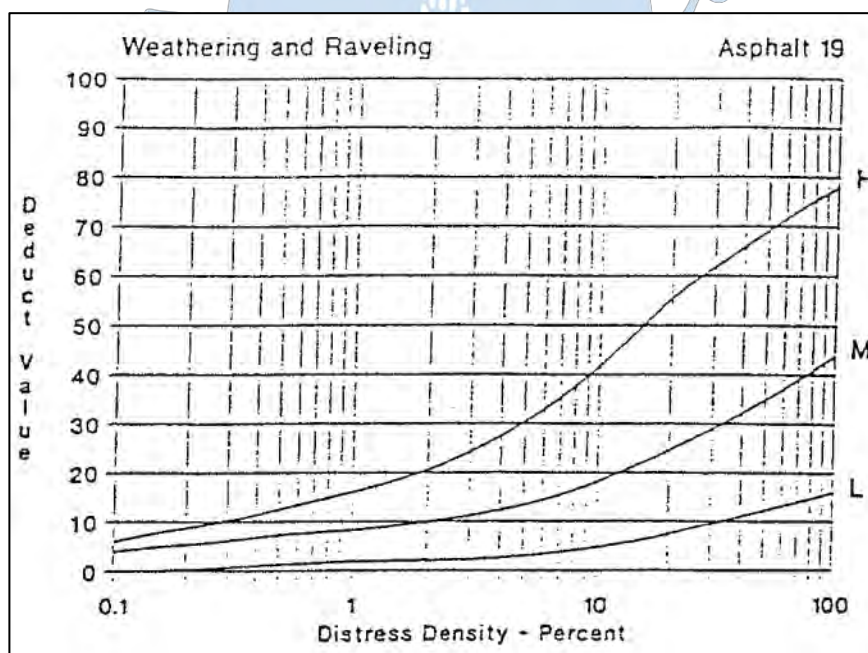


Figura B24. Curvas de valores deducidos para peladura y desprendimiento.

Fuente: (American Society for Testing and Materials , 2004)

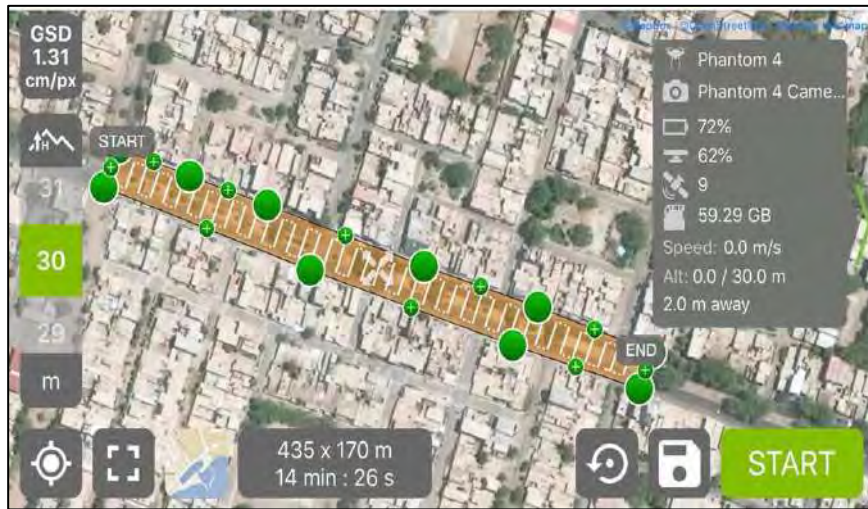
Anexo C: Fotografías del plan de vuelo

Figura C1. Selección del área de vuelo del drone

Fuente: Elaboración propia.



Figura C2. Despegue del drone

Fuente: Elaboración propia.



Figura C3. Trayectoria del dron monitoreada en la aplicación por la persona encargada.

Fuente: Elaboración propia.



Figura C4. Dron en vuelo y seguimiento de este para prevenir algún percance.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D: Imágenes de fallas complementadas con inspección tradicional



Figura D1. Piel de cocodrilo de severidad alta encontrada en la unidad UM28.

Fuente: Elaboración propia.



Figura D2. Piel de cocodrilo de severidad media encontrada en la unidad UM29

Fuente: Elaboración propia.



Figura D3. Fisura longitudinal de severidad media en la unidad UM29.

Fuente: Elaboración propia.



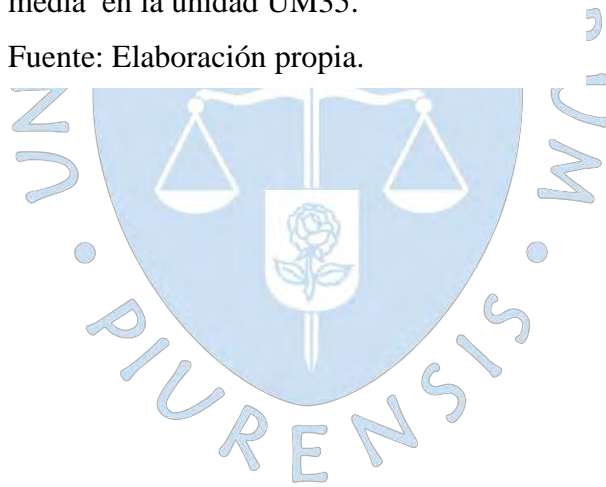
Figura D4. Peladura y fisura transversal de severidad media en la unidad UM33.

Fuente: Elaboración propia.



Figura D5. Fisura transversal de severidad media en la unidad UM35.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo E: Hojas de registros y cálculos de la calzada 1

Se presentan el resto de hojas de registro junto con su cálculo de la calzada 1, que comprende el tramo 1 (UM1- UM10) y el tramo 2 (UM11-UM26).



Tabla E2. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM2, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO

Proyecto: Av. Don Bosco Del: 0+26.5km Al: 0+53 km

Fecha: Jun-18 Muestra: UM2


Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas Sección: 307.4 m2

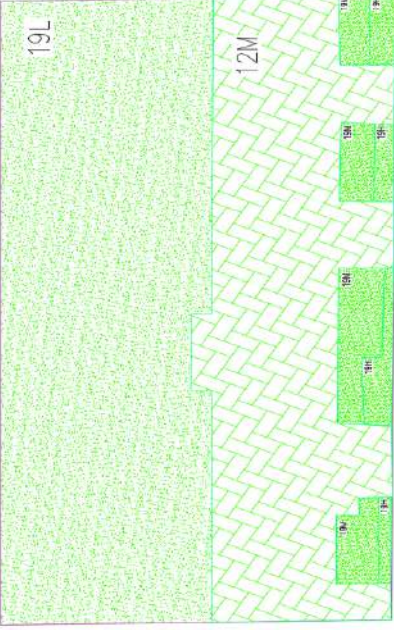
		86-100 EXCELENTE	71-85 MUY BUENO	56-70 BUENO	41-55 REGULAR	26-40 POBRE	11-25 MUY POBRE	0-10 FALLADO
1	Piel de cocodrilo							
2	Exudación							
3	Fisuras en bloque							
4	Abultamientos							
5	Hundimientos							
6	Convergencia							
7	Depresión							
8	Fisura de borde							
9	Fisura de reflexión de junta							
10	Desnivel carril - berma							
11	Fisuras longitudinales y transv.							
12	Parches y parches de cortes utilit.							
13	Agregado pulido							
14	Baches							
15	Ahuellamiento							
16	Desplazamiento							
17	Fisura parabólica o deslizamiento							
18	Hinchamiento							
19	Peledura por interperismo y desprendimiento de agregados							

CANTIDAD	SEVERIDAD				TOTAL	
					BAJAJ(L)	ALTA(H)
119,76	M				119,76	
2,68	H	3,4	2	7,27	1,31	161
2,68	M	3,4	2	7,27	1,31	161

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		
			Total	q	VDC
12	38,96	M			
19	52,37	L	14	12,11	4
19	5,71	M	24	14	3
19	3,04	H	24	2	2
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			103,44		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			59		

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
REGULAR	41





LEYENDA

Fisuras y Parches de Cortes Utilitarios

Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados

Piel de Cocodrilo

Hinchamiento

Fisuras de borde

Desplazamiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E4. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM4, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO: Av. Don Bosco		DEL: 0+79.5 Km		AL: 0+106 Km	
FECHA: Jun-18		MUESTRA: UM4			
RESPONSABLE: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		SECCION: 307.4		M2	
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO					
1	Piñ de cocodrillo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento
2	Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento
3	Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - herma	m	17 Fisura parabólica o desluzamiento
4	Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m2	18 Hinchamiento
5	Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados
6	Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2	
7	Depresión	m2	14 Baches	N°	

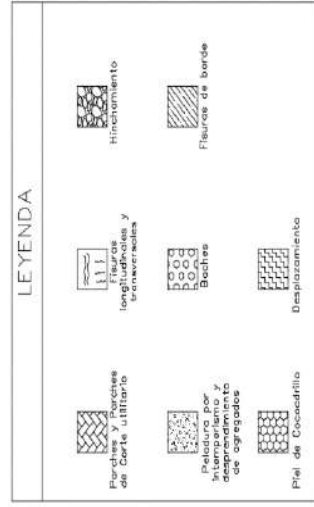
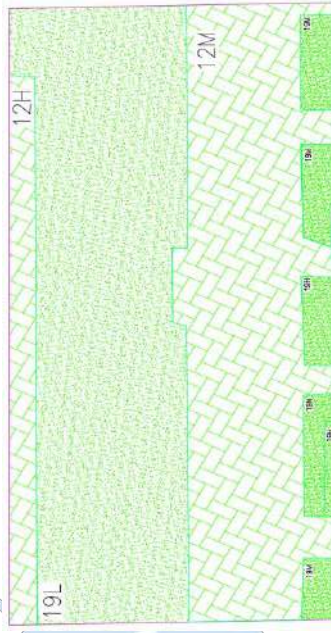
TIPO DE FALLA	CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	CÁLCULO DEL PCI		
						#	Valor Deducción	VDC
12	139.86	M						
19	7.05	H	1.64	2.3	1.2	4.75	71.25	78.3
8	1.41	H						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		BAJA(L)		MEDIA(M)		ALTA(H)		TOTAL
		148.55		11.8		7.44		139.86
LEYENDA								
Fisuras y Parches de Cortes Utilitarios		Fisuras longitudinales y transversales		Hinchamiento		Fisuras de borde		
Peladura por interperismo de agregados		Baches		Desplazamiento		Pieñ de Cocodrillo		

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	#	Valor Deducción	q	VDC
12	46.50	M	55	1	55	22	12
19	46.65	L	11	2	55	22	12
19	3.84	M	12	3	55	22	12
19	2.42	H	22	4	55	22	12
8	0.46	H	8.33	5	55	22	12
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN						108.33	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC						63	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						37	POBRE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E6. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM6, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

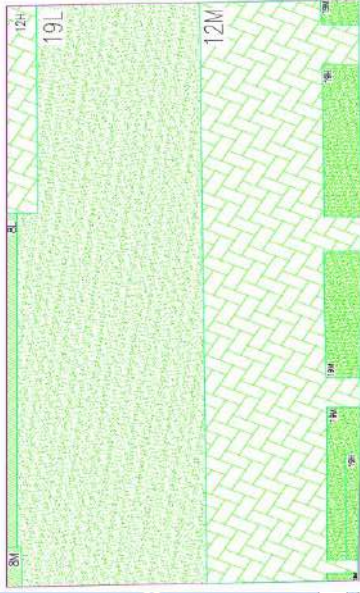
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Proyecto: Av. Don Bosco		De: 0+132.5 Km		Al: 0+159 Km						
Fecha: Jun-18		Muestra: UM6		Sección: 307.4		m2						
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas												
1	Piel de cocodrilo	m2		8	Fisura de borde	m	15	Ahuellamiento	m2	86-100	EXCELENTE	
2	Exudación	m2		9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO	
3	Fisuras en bloque	m2		10	Desnivel carril - Berma	m	17	Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO	
4	Albuitamientos	m		11	Fisuras longitudinales y transvers.	m	18	Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR	
5	Hundimientos	m		12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE	
6	Corrugación	m2		13	Agregado pulido	m2				11-25	MUY POBRE	
7	Depresión	m2		14	Bachos	N°				0-10	FALLADO	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
		CANTIDAD		BAJA(L)		TOTAL		MEDIA(M)		ALTA(H)		
12	SEVERIDAD	117.62	22.39					117.62			22.39	
		M	H									
19	CANTIDAD	4.98	4.84	4.16	4.35	1.66	144.21	3.26				
		M	M	H	M	H	L	M				
	SEVERIDAD											
	CANTIDAD											
	SEVERIDAD											
	CANTIDAD											
	SEVERIDAD											
CÁLCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA		DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		Valor Deducido		Total	q	VDC		
12		38.26	M	53.55		45	20	13.9	10.5	142.95	5	74
12		7.28	H	45								
19		46.91	L	10.5		45	20	13.9	2	134.45	4	76
19		5.67	M	13.9		45	20	2	2	122.55	3	75.5
19		1.89	H	20		45	2	2	2	104.55	2	71
						45	2	2	2	61.55	1	61.55
		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
		142.95		MUY POBRE		24						
		VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA- VDC										
		76										



Fuente: Elaboración propia.

Tabla E7. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM7, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Proyecto: Av. Don Bosco		Del: 0-159 Km		Al: 0-85.5 Km	
Fecha: Jun-18		Muestra: UM7		Sección: 307.4		m2	
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas							
1 Pie de coccinillo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2	86-100	EXCELENTE
2 Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO
4 Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE
6 Congregación	m2	13 Agregado pulido	m2	20 Baches	m2	11-25	MUY POBRE
7 Depresión	m2	14 Baches	N°			0-10	FALLADO
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
CANTIDAD	113.07	9.51					TOTAL
SEVERIDAD	M	H					BAA(L) MEDIA(M) ALTA(H)
CANTIDAD	8.77	2.19	5.45	0.38	7.13	157.2	113.07
SEVERIDAD	H	H	M	M	L		
CANTIDAD	15.23	1.81				15.23	1.81
SEVERIDAD	L	M					
CANTIDAD							
SEVERIDAD							
CANTIDAD							
SEVERIDAD							
CANTIDAD							
SEVERIDAD							
CANTIDAD							
SEVERIDAD							
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN				
12	36.78	M	53.25				
12	3.09	H	30				
19	51.14	L	11.83				
19	4.22	M	12.4				
19	3.57	H	26.8				
8	4.95	L	4.17				
8	0.99	M	5				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN					143.45		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC					73		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					27	POBRE	



LEYENDA

	Parches y parches de corte utilitario		Hinchamiento
	Fisuras y parches longitudinales y transversales		Fisuras de borde
	Baches		Desplazamiento
	Ahuellamiento		Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados
	Pie de coccinillo		Exudación

#	Valor Debido	Total	q	VDC						
1	53.25	30	26.8	12.4	11.83	1.47	1.22	136.97	5	71
2	53.25	30	26.8	12.4	11.83	1.47	1.22	127.14	4	72
3	53.25	30	26.8	2	2	1.47	1.22	116.74	3	73
4	53.25	30	2	2	2	1.47	1.22	91.94	2	66
5	53.25	2	2	2	2	1.47	1.22	63.94	1	63.94

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E8. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UMS, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Del: 0+185.5 Km		Al: 0+212 Km	
Proyecto: Av. Don Bosco		Muestra: UM8		m2	
Fecha: Jun-18		Sección: 307.4			
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas					
1 Piel de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2
2 Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berna	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2
4 Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Pejadura por imperisismo y desprendimiento de agregados	m2
6 Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2		
7 Depresión	m2	14 Baches	N°		

	CANTIDAD	SEVERIDAD	M	M	H	M	M	M	H	L	TOTAL	
											BAJA(L)	ALTA(H)
12	112.27	24.62									136.89	
19	2.57	1.8	2.01	2	1.3	3.7	3.14	7.4	442.4		142.4	16.21
8	1.32	7.35	3.61	1.9							9.25	1.32
1	2.36										2.36	3.61

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES		CÁLCULO DEL PCI	
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
12	44.53	M	53.83
19	46.32	L	10.47
19	2.51	M	10
19	5.27	H	31
8	3.01	L	3.33
8	0.43	M	4.17
8	1.17	H	9.17
1	0.77	L	8
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			129.97
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			65

#	Valor Deducción	q	VDC
1	53.83	31	10.47
2	53.83	31	10.47
3	53.83	31	10.47
4	53.83	31	10.47
5	53.83	2	2

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
POBRE	35

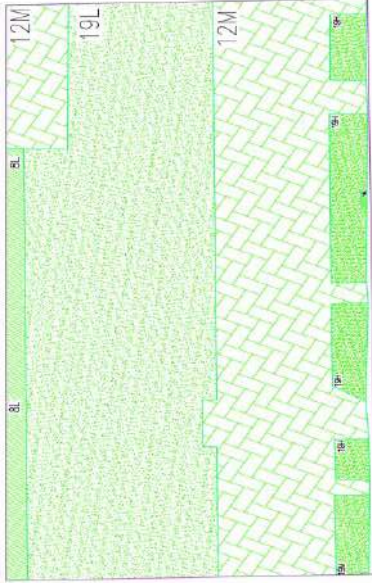
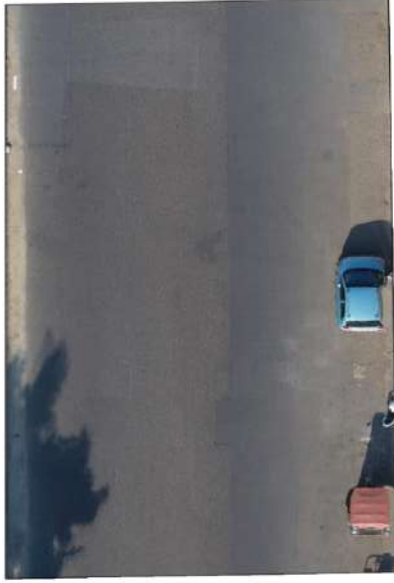
LEYENDA

- Parches y Parches de Corte Utilitaria
- Fisuras longitudinales y transversales
- Hinchamiento
- Pejadura por imperisismo y desprendimiento de agregados
- Baches
- Fisuras de borde
- Desplazamiento
- Piel de Cocodrillo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E9. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM9, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO: Av. Don Bosco		Del: 0+212 Km		Al: 0+238.5 Km															
FECHA: Jun-18		Muestra: UM9		m2															
RESPONSABLE: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Sección: 307.4																	
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																			
1 Piel de cocoñilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuelamiento	m2														
2 Eudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2														
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2														
4 Alibramientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2														
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2														
6 Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2																
7 Depresión	m2	14 Badnes	N°																
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>86-100</td> <td>EXCELENTE</td> </tr> <tr> <td>71-85</td> <td>MUY BUENO</td> </tr> <tr> <td>56-70</td> <td>BUENO</td> </tr> <tr> <td>41-55</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td>26-40</td> <td>POBRE</td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td>MUY POBRE</td> </tr> <tr> <td>0-10</td> <td>FALLADO</td> </tr> </table>						86-100	EXCELENTE	71-85	MUY BUENO	56-70	BUENO	41-55	REGULAR	26-40	POBRE	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO
86-100	EXCELENTE																		
71-85	MUY BUENO																		
56-70	BUENO																		
41-55	REGULAR																		
26-40	POBRE																		
11-25	MUY POBRE																		
0-10	FALLADO																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
CANTIDAD	107.7	13.18																	
SEVERIDAD	M	M																	
CANTIDAD	3.57	9.14	4.73	2.11	4.02														
SEVERIDAD	H	H	H	H	M														
					L														
CANTIDAD	19.88																		
SEVERIDAD	L																		
CANTIDAD	1																		
SEVERIDAD	L																		
CANTIDAD																			
SEVERIDAD																			
CANTIDAD																			
SEVERIDAD																			
CANTIDAD																			
SEVERIDAD																			
CÁLCULO DEL PCI																			
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																
12	39.32	M	53																
19	49.86	L	33.33																
19	1.31	M	10																
19	6.36	H	42.5																
8	6.47	L	4.17																
14	0.33	L	8																
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			151																
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			81																
			CONDICIÓN DE PAVIMENTO																
			MUY POBRE																




LEYENDA

	Piel de cocoñilo de cortes utilitarios		Hinchamiento
	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados		Fisuras de borde
	Piel de desacciento		Desplazamiento
	Huellos y huellas de camiones y tractores		Fisuras de borde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E10. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM10, Calzada 1- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.



EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO


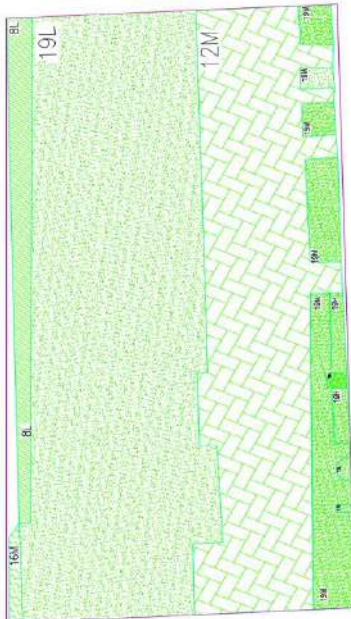
Proyecto: Av. Don Bosco
Fecha: Jun-18
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas

Del: 0-238.5 Km
Muestra: UM10
Sección: 307.4

Al: 0-265 Km
m2

86-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11-25	MUY POBRE
0-10	FALLADO

- 15 Ahuellamiento m2
- 16 Desplazamiento m2
- 17 Fisura parabólica o deslizamiento m2
- 18 Hinchamiento m2
- 19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados m2
- 8 Fisura de borde m
- 9 Fisura de reflexión de junta m
- 10 Desnivel carril - berma m
- 11 Fisuras longitudinales y transv. m
- 12 Parches y parches de cortes utilit. m2
- 13 Agregado pulido m2
- 14 Baches N°

LEYENDA

- Frenado de Carretero
- Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados
- Piel de Cocodrilo
- Hinchamiento
- Fisuras de borde
- Desplazamiento
- longiludinales y transversales
- Baches

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES				TOTAL	
	BAJA(L)	ALTA(H)		BAJA(L)	ALTA(H)
12 CANTIDAD	105.26	0.45	0.21	0.45	105.47
12 SEVERIDAD	M	L	M		
19 CANTIDAD	2.09	1.67	1.37	167.05	3.16
19 SEVERIDAD	M	M	H	L	
8 CANTIDAD	22.2			22.2	
8 SEVERIDAD	L				
16 CANTIDAD	1.72			1.72	
16 SEVERIDAD	M				
18 CANTIDAD	0.49			0.49	
18 SEVERIDAD	M				
CANTIDAD					
SEVERIDAD					

CÁLCULO DEL PCI

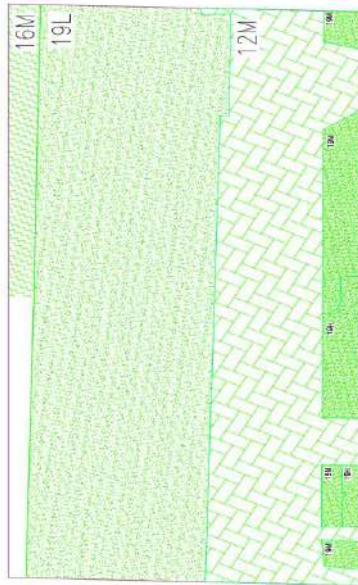
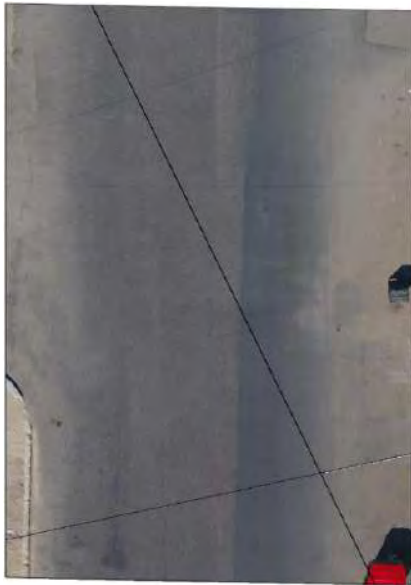
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		q	VOC
			Valor Deducido	Total		
12	0.15	L	0			
12	34.31	M	50.8	2.17	104.36	6
19	54.94	L	12.56	2	104.19	5
19	7.73	M	16	2	100.36	4
19	1.03	H	17	2	88.8	3
8	7.22	L	4.18	2	75.8	2
16	0.56	M	5.83	2	60.8	1
18	0.16	M	0	2	60.8	1

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
106.37	REGULAR
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E11. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM11, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas					Del: 0-265 Km Muestra: UM11 Sección: 307.4 m2				
		Del: 0-265 Km	Al: 0-291.5 Km						
1	Piel de cocodrilo	m2						86-100	EXCELENTE
2	Exudación	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahueamiento	m2		71-85	MUY BUENO
3	Fisura en bloque	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2		56-70	BUENO
4	Albuitamientos	m	10 Desnivel carril -berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2		41-55	REGULAR
5	Hundimientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2		26-40	POBRE
6	Corrugación	m2	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo	m2		11-25	MUY POBRE
7	Depresión	m2	13 Agregado pulido	Nº	14 Baches	Nº		0-10	FAILADO
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
12	CANTIDAD	108.48							
	SEVERIDAD	M							
19	CANTIDAD	2.34	11.63	8.22	2.07	1.97	1.71	167.79	
	SEVERIDAD	M	M	H	M	H	M	L	
16	CANTIDAD	13.5							
	SEVERIDAD	M							
CÁLCULO DEL PCI									
	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		VALOR DE DEDUCCIÓN			
	12	35.29	M	51.09					
	19	54.58	L	12.61					
	19	5.77	M	14.15					
	19	3.31	H	25					
	16	4.39	M	23.33					
				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	126.18				
				VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	66				
					CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	34			POBRE

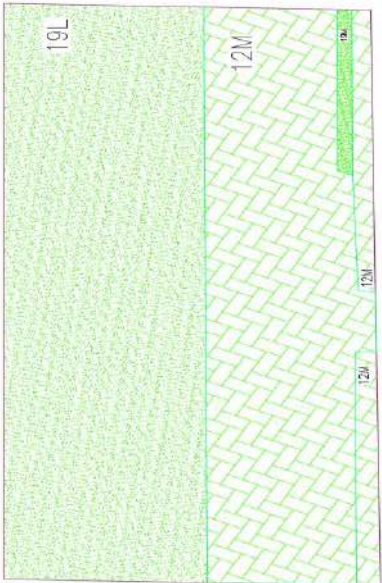


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E14. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM14, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO:		Av. Don Bosco		Del: 0+344.5 Km		Al: 0+371.1 Km	
FECHA:		Jun-18		Muestra: UM14		m ²	
RESPONSABLE:		Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Sección: 307.4			
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO							
		86-100	EXCELENTE				
		71-85	MUY BUENO				
		56-70	BUENO				
		41-55	REGULAR				
		26-40	POBRE				
		11-25	MUY POBRE				
		0-10	FALLADO				
1	Pie de cordón	m ²	8 Fisura de borde	15 Aneplamiento	m ²		
2	Exudación	m ²	9 Fisura de reflexión de junta	16 Desplazamiento	m ²		
3	Fisuras en bloque	m ²	10 Desnivel carril -berma	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m ²		
4	Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	18 Hinchamiento	m ²		
5	Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m ²		
6	Corrugación	m ²	13 Agregado pulido				
7	Depresión	m ²	14 Baches				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
		TOTAL					
		BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)			
12	CANTIDAD	120.38	7.51	7.73		135.62	
	SEVERIDAD	M	M	M			
19	CANTIDAD	3.53	165.74			3.53	
	SEVERIDAD	M	L				
	CANTIDAD						
	SEVERIDAD						
	CANTIDAD						
	SEVERIDAD						
	CANTIDAD						
	SEVERIDAD						
	CANTIDAD						
	SEVERIDAD						
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN				
12	44.12	M	53.33				
19	53.92	L	12.47				
19	1.15	M	8				
				Valor Deducido	Total	q	VOC
				1	53.33	12.47	8
				2	53.33	12.47	2
				3	53.33	2	2
				57.33		1	57.33
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				73.8			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA -VOC				57.33			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				42.67			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				REGULAR			

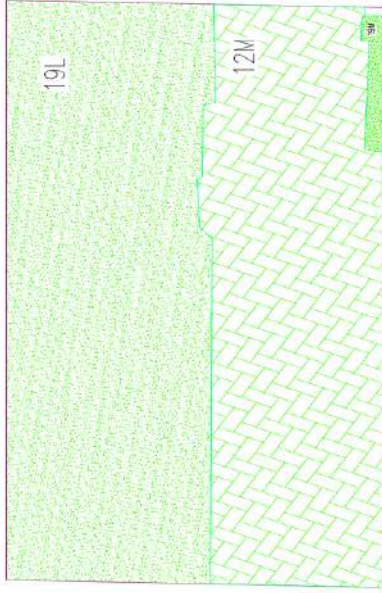


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E15. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM15, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Av. Don Bosco		Del: 0-371 km		Al: 0-397,5 km					
Fecha: Jun-18		Muestra: UM15							
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Sección: 307.4							
1	Piel de cocodrilo	m2		8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2	86-100	EXCELENTE
2	Exvación	m2		9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO
3	Fisuras en bloque	m2		10 Desnivel carril-beirna	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO
4	Abultamientos	m		11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR
5	Hundimientos	m		12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE
6	Corrugación	m2		13 Agregado pulido	m2	11-25			MUY POBRE
7	Depresión	m2		14 Baches	Nº	0-10			FALLADO
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
CANTIDAD		137.18				TOTAL			
SEVERIDAD		M				BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	
CANTIDAD		3.34		164.17		137.18			
SEVERIDAD		M		L		3.34			
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA		DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN					
12		44.63	M	53.95					
19		53.41	L	12.35					
19		1.09	M	8					
				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	74.3				
				VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	57.95				
					CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		42.05	REGULAR	

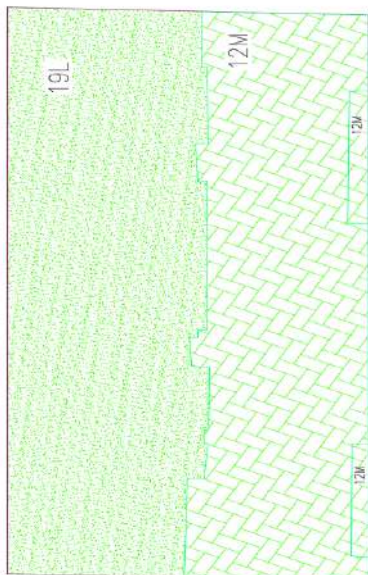


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E16. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM16, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Del: 0-397.5 Km Muestra: UM16 Sección: 307.4		Al: 0+424 Km m ²					
1	Piel de cocoñilo	m ²	8	Fisura de borde	m	15	Ahuellamiento	m ²	86-100
2	Exudación	m ²	9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m ²	71-85
3	Fisuras en bloque	m ²	10	Desnivel carril - berma	m	17	Fisura parabólica o deslizamiento	m ²	56-70
4	Abultamientos	m	11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m ²	41-55
5	Hundimientos	m	12	Parches y parches de cortes utilit.	m ²	19	Pejadura por interperismo y desprendimiento de agregados	m ²	26-40
6	Corrugación	m ²	13	Agregado pulido	m ²				11-25
7	Depresión	m ²	14	Baches	N°				0-10
								EXCELENTE MUY BUENO BUENO REGULAR POBRE MUY POBRE FALLADO	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
CANTIDAD		134.9	3.94	3.03	TOTAL				
SEVERIDAD		M	M	M	BAJA(L)	MEDIA(M)		ALTA(H)	
CANTIDAD		164.03			141.87				
SEVERIDAD		L							
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA		DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN					
12		46.15	M	55.79					
19		53.36	L	12.34					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				68.13					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC				57.79					
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	42.21		REGULAR		



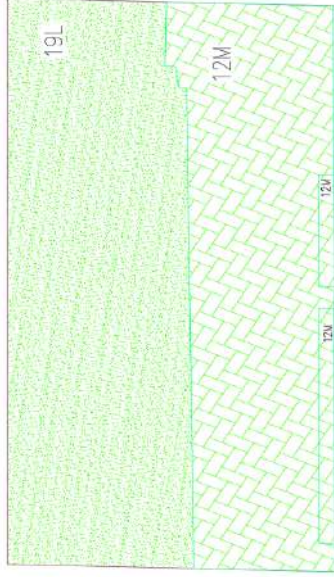
LEYENDA

#	Valor Deducido	Total	q	VDC	
1	55.79	12.34	68.13	2	50
2	55.79	2	57.79	1	57.79

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E17. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM17, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Del: 0-428 km Al: 0-450,5 km		Muestra: UM17		Sección: 307.4		m2						
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fieitas	Av. Don Bosco Jun-18 Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fieitas		Del: 0-428 km Muestra: UM17		Al: 0-450,5 km Sección: 307.4		m2							
1	Piel de cocodrilo	m2		8	Fisura de borde	m		15	Ahuellamiento	m2	86-100	EXCELENTE		
2	Exudación	m2		9	Fisura de reflexión de junta	m		16	Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO		
3	Fisuras en bloque	m2		10	Desnivel carril - berna	m		17	Fisura parabólica o de deslizamiento	m2	56-70	BUENO		
4	Abultamientos	m		11	Fisuras longitudinales y transv.	m		18	Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR		
5	Hundimientos	m		12	Parches y parches de cortes utilit.	m2		19	Peadura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE		
6	Corrugación	m2		13	Agregado pulido	m2		11-25	MUY POBRE		11-25	MUY POBRE		
7	Depresión	m2		14	Bachtes	N°		0-10	FALLADO		0-10	FALLADO		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES														
CANTIDAD		129.43	2.87	6.14								TOTAL		
SEVERIDAD		M	M	M								BAJA(L) MEDIA(M) ALTA(H)		
CANTIDAD		168.93											138.44	
SEVERIDAD		L											168.93	
CANTIDAD														
SEVERIDAD														
CANTIDAD														
SEVERIDAD														
CANTIDAD														
SEVERIDAD														
CANTIDAD														
SEVERIDAD														
CÁLCULO DEL PCI														
TIPO DE FALLA		DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN										
12		45.04	M	54.44										
19		54.95	L	12.7										
					Valor Deducido		Total		q		VDC			
					1	54.44	12.7	67.14	2	49				
					2	54.44	2	56.44	1	56.44				
				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		67.14								
				VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC		56.44								
								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		REGULAR				
								43.56						

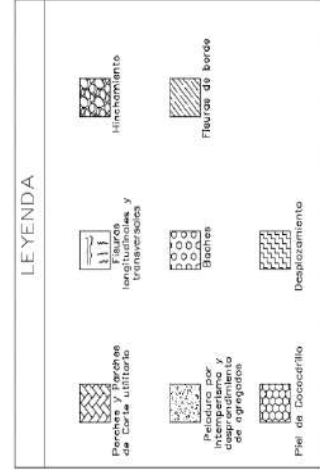
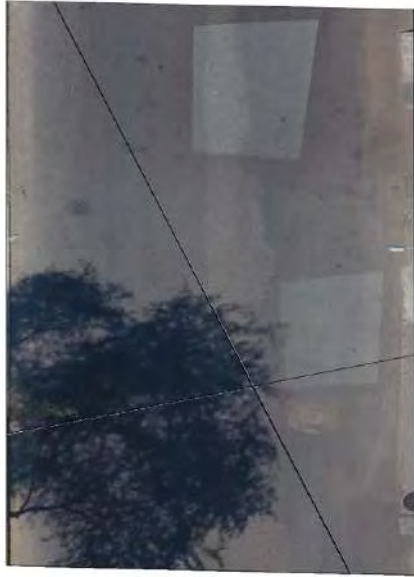


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E18. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM18, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

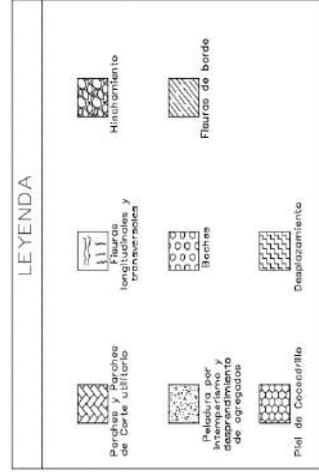
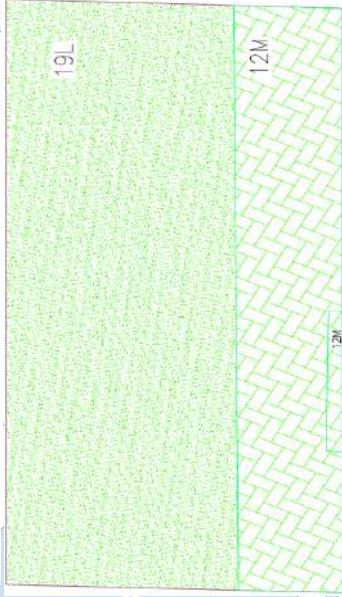
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO			
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0+450.5 km Muestra: UM18 Sección: 307.4 m ²	Al: 0+477 km	
CANTIDAD	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
1	Pie de cocoñito	m ²	86-100
2	Exudación	m ²	71-85
3	Fisuras en bloque	m ²	56-70
4	Abultamientos	m	41-55
5	Hundimientos	m	26-40
6	Corugación	m ²	11-25
7	Depresión	m ²	0-10
8	Fisura de borde	m	
9	Fisura de reflexión de junta	m	
10	Desnivel carril - berma	m	
11	Fisuras longitudinales y transvers.	m	
12	Parques y parches de cortes utilit.	m ²	
13	Agregado pulido	m ²	
14	Baches	N°	
15	Ahuellamiento	m ²	
16	Desplazamiento	m ²	
17	Fisura parabólica o desplazamiento	m ²	
18	Hinchamiento	m ²	
19	Pejadura por interperismo y desprendimiento de agregatos	m ²	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES			
CANTIDAD	SEVERIDAD	BABA(L)	ALTA(H)
107.68	5.29		112.97
6.57	190.31		6.57
CÁLCULO DEL PCI			
CANTIDAD	SEVERIDAD		
107.68	5.29		
6.57	190.31		
CÁLCULO DEL PCI			
#	Valor Deducido	Total	q
1	51.38	14	3
2	51.38	14	2
3	51.38	2	1
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		75.38	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC		55.38	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			REGULAR



Fuente: Elaboración propia.

Tabla E19. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM19, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

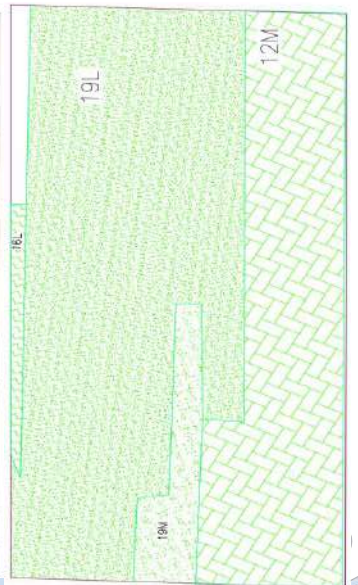
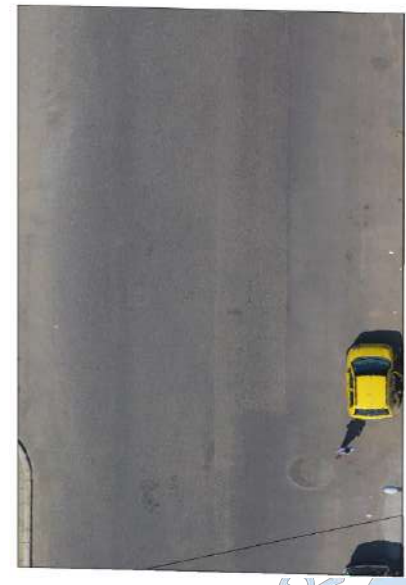
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																												
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0-477 km Muestra: UM19 Sección: 307.4 m2 Al: 0-538.5 km																											
1 Piel de cocodrilo m2 2 Exudación m2 3 Fisuras en bloque m2 4 Abultamientos m 5 Hundimientos m2 6 Corrugación m2 7 Depresión m2	8 Fisura de borde m 9 Fisura de reflexión de junta m 10 Desnivel carril-berma m 11 Fisuras longitudinales y transv. m 12 Parches y parches de cortes utilit. m2 13 Agregado pulido m2 14 Baches N°																											
15 Ahuellamiento m2 16 Desplazamiento m2 17 Fisura parabólica o deslizamiento m2 18 Hinchamiento m2 19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados m2	20 Baches N°																											
86-100 EXCELENTE 71-85 MUY BUENO 56-70 BUENO 41-55 REGULAR 26-40 POBRE 11-25 MUY POBRE 0-10 FALLADO																												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CANTIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>BAJA(L)</th> <th>MEDIA(M)</th> <th>ALTA(H)</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>93.85</td> <td>3.38</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>97.23</td> </tr> <tr> <td>210.94</td> <td>L</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>210.94</td> </tr> </tbody> </table>	CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	TOTAL	93.85	3.38				97.23	210.94	L				210.94										
CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	TOTAL																							
93.85	3.38				97.23																							
210.94	L				210.94																							
CÁLCULO DEL PCI																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>DENSIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>VALOR DE DEDUCCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12</td> <td>31.63</td> <td>M</td> <td>51.67</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>68.62</td> <td>L</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	12	31.63	M	51.67	19	68.62	L	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Valor Deducido</th> <th>Total</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>51.67</td> <td>14</td> <td>2</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>51.67</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>53.67</td> </tr> </tbody> </table>	#	Valor Deducido	Total	q	VDC	1	51.67	14	2	48	2	51.67	2	1	53.67
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																									
12	31.63	M	51.67																									
19	68.62	L	14																									
#	Valor Deducido	Total	q	VDC																								
1	51.67	14	2	48																								
2	51.67	2	1	53.67																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN</th> <th>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>65.67</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td>53.67</td> <td>REGULAR</td> </tr> </tbody> </table>			VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	65.67	REGULAR	53.67	REGULAR																				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO																											
65.67	REGULAR																											
53.67	REGULAR																											



Fuente: Elaboración propia.

Tabla E20. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM20, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO				
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0+503.5 Km Al: 0+550 Km Muestra: UM20 Sección: 307.4 m2			
1 Pie de cocodrilo 2 Exudación 3 Fisuras en bloque 4 Albitamientos 5 Hundimientos 6 Congestión 7 Depresión	8 Fisura de borde 9 Fisura de reflexión de junta 10 Desnivel carril - beirna 11 Fisuras longitudinales y trans. 12 Parches y parches de cortes util. 13 Agregado pulido 14 Baches	m m m m m2 m2 N°	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> 86-100 71-85 56-70 41-55 26-40 11-25 0-10 </div> <div style="width: 20%; text-align: center;"> EXCELENTE MUY BUENO BUENO REGULAR POBRE MUY POBRE FALLADO </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> 15 Ahuellamiento 16 Desplazamiento 17 Fisura parabolica o deslizamiento 18 Hinchamiento 19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados </div> <div style="width: 20%; text-align: center;"> m2 m2 m2 m2 m2 </div> </div>
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES				
CANTIDAD	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	
12	107.23			
SEVERIDAD	M		50.83	
CANTIDAD	18.1	180.53	13.58	
SEVERIDAD	M	L	8	
CANTIDAD	5.86			
SEVERIDAD	L			
CANTIDAD				
SEVERIDAD				
CANTIDAD				
SEVERIDAD				
CANTIDAD				
SEVERIDAD				
CÁLCULO DEL PCI				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	
12	34.88	M	50.83	
19	58.73	L	13.58	
19	5.88	M	14	
16	1.91	L	8	
Total	50.83		86.41	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			86.41	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			56.83	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			REGULAR	

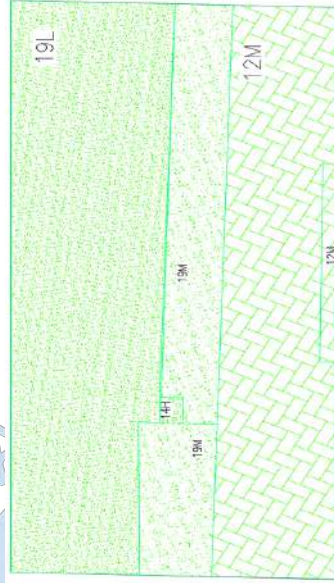
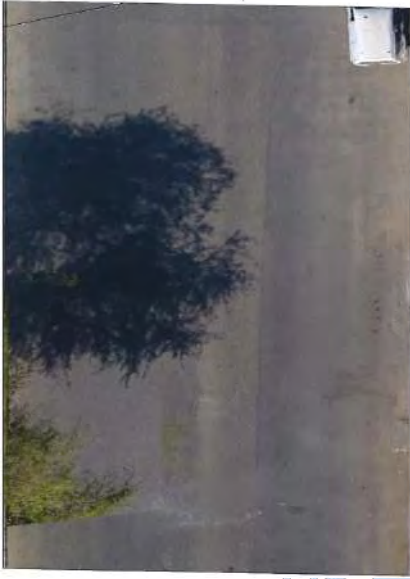


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E21. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM21, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Proyecto: Av. Don Bosco		Del: 0+530Km		Al: 0+556.5Km				
Fecha: Jun-18		Muestra: UM21		Sección: 307.4		m ²				
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas										
1	Piel de cocodrilo	m ²	8	Fisura de borde	m	15	Aluallamiento	m ²	86-100	EXCELENTE
2	Exudación	m ²	9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m ²	71-85	MUY BUENO
3	Fisuras en bloque	m ²	10	Desnivel carril - berma	m	17	Fisura parabólica o deslizamiento	m ²	56-70	BUENO
4	Albuitamientos	m	11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m ²	41-55	REGULAR
5	Hundimientos	m	12	Parches y parches de cortes utilit.	m ²	19	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m ²	26-40	POBRE
6	Corrugación	m ²	13	Agregado pulido	m ²	11-25	MUY POBRE			
7	Depresión	m ²	14	Baches	N°	0-10	FALLADO			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
TOTAL										
12	CANTIDAD	102.95	4.84							
	SEVERIDAD	M	M							
19	CANTIDAD	19.14	39.5	140.71						
	SEVERIDAD	M	M	L						
14	CANTIDAD	1								1
	SEVERIDAD	H								
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		Cálculo		VOC			
12	35.07	M	50.77		#	Valor Deducido	Total	q		
19	45.77	L	12.5		1	50.77	32	24		
19	19.08	M	24		2	50.77	32	24		
14	0.33	H	32		3	50.77	32	2		
					4	50.77	2	2		
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			119.27		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		32		POBRE	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VOC			68							



LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E22. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM22, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

		EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO			
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Del: 0+556.5 Km Muestra: UM22 Sección: 307.4 m2		Al: 0+588 Km	

	86-100	71-85	56-70	41-55	26-40	11-25	0-10
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	POBRE	MUY POBRE	FALLADO
1. Piel de cocodrilo							
2. Exudación							
3. Fisuras en bloque							
4. Abultamientos							
5. Hundimientos							
6. Corrugación							
7. Depresión							
8. Fisura de borde							
9. Fisura de reflexión de junta							
10. Desnivel carril -berma							
11. Fisuras longitudinales y transv.							
12. Parches y parches de cortes utilit.							
13. Agregado pulido							
14. Baches							
15. Ahueamiento							
16. Desplazamiento							
17. Fisura parabólica o deslizamiento							
18. Hinchamiento							
19. Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados							

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	
				BAA(L)	ALTA(H)
12	M	4.73			118.45
19	M	45.77			42.69
				145.77	42.69

CÁLCULO DEL PCI				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	
12	38.53	M	53.33	
19	47.42	L	11.98	
19	13.89	M	20	
			VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	85.31
			VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	57.33

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	53.33	20	11.98	85.31
2	53.33	20	2	75.33
3	53.33	2	2	57.33

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	VALOR
REGULAR	42.67

Fuente: Elaboración propia.

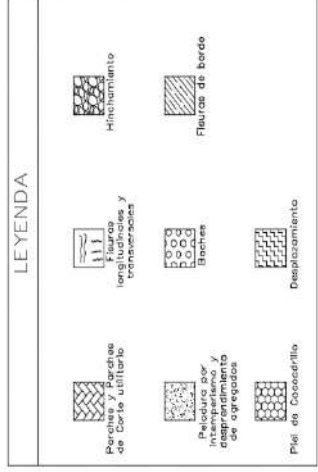
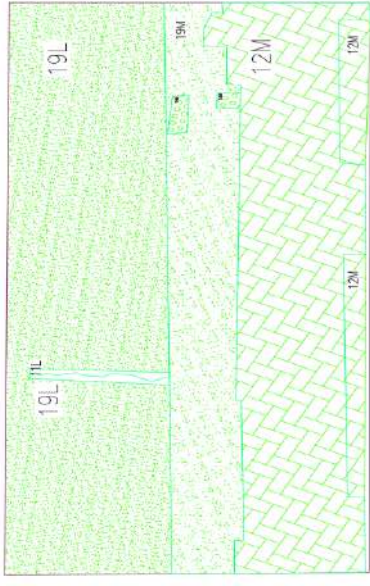
Tabla E23. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM23, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO							
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0-585 Km Muestra: UM23 Sección: 307.4	Al: 0+609.5 Km m2					
1 Piel de cocoñrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2	86-100	EXCELENTE
2 Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel (carril - berma)	m	17 Fisura parabólica o desilzamiento	m2	56-70	BUENO
4 Alhucamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes ut.ilt.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE
6 Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2	11-25			MUY POBRE
7 Depresión	m2	14 Baches	N°	0-10			FALLADO

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES				TOTAL	
CANTIDAD	SEVERIDAD	7.3	6.2	BAJAL	ALTAH
12	M	M	M	11.71	
19	M	136.27		56.63	
14	M				2
11	L	4.53			

CÁLCULO DEL PCI			
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
12	36.34	M	51.67
19	44.33	L	10.5
19	18.42	M	23.5
14	0.65	M	24.99
11	1.47	L	0
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			110.66
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA-VDC			64

#	Valor Dedicido	Total	q	VDC
1	51.67	24.99	23.5	10.5
2	51.67	24.99	23.5	2
3	51.67	24.99	2	2
4	51.67	2	2	2
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			36	POBRE



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM24, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fleitas		Del: 0+609.5 Km Muestra: UM24 Sección: 307.4 m2		Al: 0+636 Km					
1	Piel de cocodrilo	m2							EXCELENTE
2	Exudación	m2							MUY BUENO
3	Fisuras en bloque	m2							BUENO
4	Abultamientos	m							REGULAR
5	Hundimientos	m							POBRE
6	Corrugación	m2							MUY POBRE
7	Depresión	m2							FALLADO
8	Fisura de borde	m							
9	Fisura de reflexión de junta	m							
10	Desnivel carril -berma	m							
11	Fisuras longitudinales y transv.	m							
12	Parches y parches de cortes utilit.	m2							
13	Agregado pulido	m2							
14	Baches	N°							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Fisura parabólica o desizamiento	m2							
18	Hinchamiento	m2							
19	Pejadura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2							

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES				TOTAL		
CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJA(L)	ALTA(H)	BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)
12	3,65	M	M			115,16
19	3,93	L	L	194		3,93

CÁLCULO DEL PCI			#	Valor Deducido	Total	q	VDC
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	1	51,67	14	8	3
12	37,46	M	2	51,67	14	2	49
19	63,11	L	3	51,67	2	1	55,67
19	1,28	M					
VALOR TOTAL DE DBUCCIÓN				73,67			
VALOR DE DBUCCIÓN CORREGIDA-VDC				55,67			
		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		44,33			REGULAR

LEYENDA

- Fisuras de borde
- Fisuras longitudinales y transversales
- Hinchamiento
- Fisuras de borde
- Pejadura por interperismo y desprendimiento de agregados
- Baches
- Desplazamiento
- Piel de Cocodrillo
- Parches y Parches de Cortes Utilitarios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E25. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM25, Calzada 1- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.


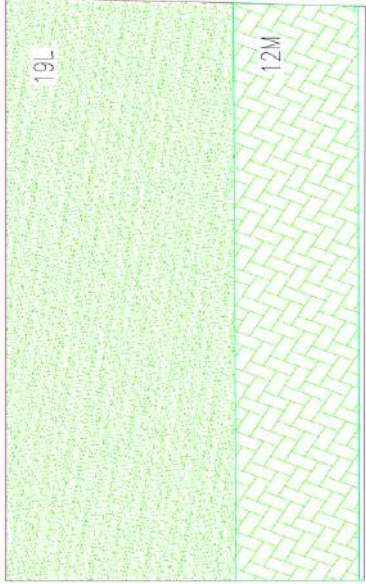
PROYECTO:		Av. Don Bosco		DEL:		0+636 Km	AL:	0+622.5 Km
FECHA:		Jun-18		MUESTRA:		UM25		
RESPONSABLE:		Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		SECCIÓN:		307.4	m ²	

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO								
		8 Fisura de borde	m	15 Anueamiento	m ²	86-100	EXCELENTE	
1	Piel de cocodrilo	m ²		9 Fisura de reflexión de junta	m	71-85	MUY BUENO	
2	Exudación	m ²		10 Desnivel carril - berma	m	56-70	BUENO	
3	Fisuras en bloque	m ²		11 Fisuras longitudinales y transv.	m	41-55	REGULAR	
4	Abultamientos	m		12 Parches y parches de cortes utilit.	m ²	26-40	POBRE	
5	Hundimientos	m		13 Agregado pulido	m ²	11-25	MUY POBRE	
6	Corrugación	m ²		14 Baches	N°	0-10	FALLADO	
7	Depresión	m ²						

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		BAJA(L)		MEDIA(M)		ALTA(H)		TOTAL	
12	SEVERIDAD	106.55							106.55
19	SEVERIDAD	198.74							198.74
	SEVERIDAD	L							
	SEVERIDAD								
	SEVERIDAD								
	SEVERIDAD								
	SEVERIDAD								
	SEVERIDAD								
	SEVERIDAD								
	SEVERIDAD								

CÁLCULO DEL PCI					
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	q	VDC
12	34.66	M	51.67	2	48
19	64.65	L	14	1	53.67
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				65.67	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC				53.67	
				46.33	REGULAR

LEYENDA	
	Paredes y parches de corte utilitario
	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados
	Piel de Cocodrilo
	Fisuras longitudinales y transversales
	Baches
	Desplazamiento
	Hinchamiento
	Fisuras de borde


Fuente: Elaboración propia.

Hojas de registros y cálculos de la calzada 2



Se presentan el resto de hojas de registro junto con su cálculo de la calzada 2, que comprende el tramo 1 de inspección (UM40- UM49), el tramo 2 de inspección (UM50-UM65) y el tramo 3 de inspección (UM66-UM78). No se presentan las unidades de muestras UM45, UM63 y UM78.



Tabla E27. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM40, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas			Del: 0+00 Km Muestra: UM40 Sección: 225.25 m2			Al: 0+26.5 Km			
1	Piel de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2	96-100	EXCELENTE	
2	Esdadación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO	
3	Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO	
4	Altibambientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR	
5	Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE	
6	Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2			11-25	MUY POBRE	
7	Depresión	m2	14 Baches	N°			0-10	FALLADO	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
CANTIDAD		18.4	TOTAL		MEDIA(M) ALTA(H)				
SEVERIDAD		L	BAJA(L)		18.4				
CANTIDAD		2.23			2.23				
SEVERIDAD		L							
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN						
19	8.17	L	5						
12	0.99	L	1.5						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			6.5						
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			6.5						
			98.5	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			EXCELENTE		

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	5	1.5	6.5	1
				6.5

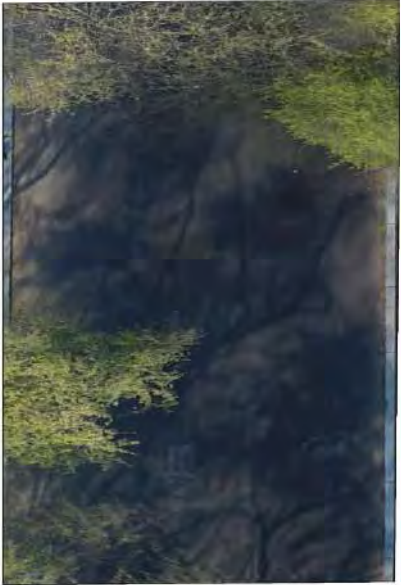



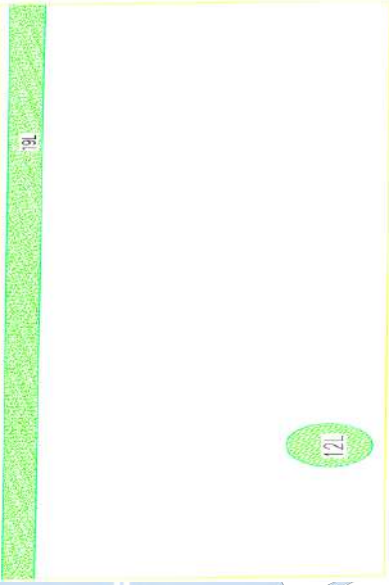
LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E28. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM41, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																	
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0+26.5 Km Muestra: UM41 Sección: 225.25 m2	Al: 0+53 Km															
1 Piel de cocoirilo m2 2 Exudación m2 3 Fisuras en bloque m2 4 Abultamientos m 5 Humedamientos m 6 Corrugación m2 7 Depresión m2	8 Fisura de borde m 9 Fisura de reflexión de junta m 10 Desnivel carril - beerna m 11 Fisuras longitudinales y transv. m 12 Parches y parches de cortes utilit. m2 13 Agregado pulido m2 14 Badnes N°	15 Anuellamiento m2 16 Desplazamiento m2 17 Fisura parabolica o desilzamiento m2 18 Hinchamiento m2 19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados m2	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #90EE90;">86-100</td><td style="background-color: #90EE90;">EXCELENTE</td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;">71-85</td><td style="background-color: #90EE90;">MUY BUENO</td></tr> <tr><td style="background-color: #FFFF00;">56-70</td><td style="background-color: #FFFF00;">BUENO</td></tr> <tr><td style="background-color: #FFA500;">41-55</td><td style="background-color: #FFA500;">REGULAR</td></tr> <tr><td style="background-color: #FF0000;">26-40</td><td style="background-color: #FF0000;">POBRE</td></tr> <tr><td style="background-color: #FF0000;">11-25</td><td style="background-color: #FF0000;">MUY POBRE</td></tr> <tr><td style="background-color: #808080;">0-10</td><td style="background-color: #808080;">FALLADO</td></tr> </table>	86-100	EXCELENTE	71-85	MUY BUENO	56-70	BUENO	41-55	REGULAR	26-40	POBRE	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO
86-100	EXCELENTE																
71-85	MUY BUENO																
56-70	BUENO																
41-55	REGULAR																
26-40	POBRE																
11-25	MUY POBRE																
0-10	FALLADO																
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																	
CANTIDAD	20.71																
SEVERIDAD	L																
CANTIDAD	3.11																
SEVERIDAD	L																
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CANTIDAD																	
SEVERIDAD																	
CÁLCULO DEL PCI																	
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN														
19	9.19	L	5														
12	1.38	L	3.33														
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			8.33														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			7														
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		93	EXCELENTE														






LEYENDA

	Poquetes y fisuras longitudinales y transversales		Baches
	Poquetes y ranuras de corte sustituo		Poquetes y ranuras
	Poquetes por interperismo y desprendimiento de agregados		Desplazamiento
	Pie de Cosechillo		
	Hinchamiento		Fisuras de borde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E31. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM44, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.



EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO

Proyecto:	Av. Don Bosco	Del: 0+006 Km	Al: 0+132.5 Km
Fecha:	Jun-18	Muestra:	UM44
Responsable:	Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Sección:	225.25 m2

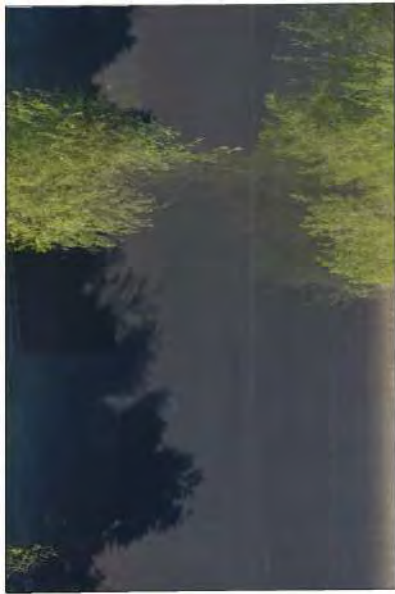
1 Pie de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahueamiento	m2	86-100	EXCELENTE
2 Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO
4 Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55	REGUJAR
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desperdiciamiento de agregados	m2	26-40	POBRE
6 Congestión	m2	13 Agregado pulido	m2	20 Desplazamiento	m2	11-25	MUY POBRE
7 Depresión	m2	14 Baches	N°			0-10	FALLADO


TIPOS DE FALLAS EXISTENTES				TOTAL	
CANTIDAD	21.64	BAJAJL	MEDIAN(M)	ALTAJH	
SEVERIDAD	L				21.64
CANTIDAD					
SEVERIDAD					
CANTIDAD					
SEVERIDAD					
CANTIDAD					
SEVERIDAD					
CANTIDAD					
SEVERIDAD					
CANTIDAD					
SEVERIDAD					
CANTIDAD					
SEVERIDAD					

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	9.61	L	5.34
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			5.34
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			5.34

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	5.34	5.34	1	5.34

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		94.66	EXCELENTE
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			





LEYENDA

	Puentes y Barridos de Corte Utilitario		Fissuras Longitudinales y Transversales
	Peladura por Interperismo y Desperdiciamiento de Agregados		Hinchamiento
	Pie de Cocodrilo		Fisura de Borde
	Desplazamiento		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E32. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM46, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO			
Proyecto: Av. Don Bosco	Del: 0+159 Km	Al: 0+185,5 Km	
Fecha: Jun-18	Muestra: UM46		
Responsable: Bach Fabian Merino - Bach Carlos Fiestas	Sección: 225.75	m2	



1 Piel de coque de piedra	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahueamiento	m2	86-100 EXCELENTE
2 Euidación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85 MUY BUENO
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70 BUENO
4 Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55 REGULAR
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40 POBRE
6 Corrugación	m2	13 Agregado pulido	m2	14 Baches	N°	11-25 MUY POBRE
7 Depresión	m2					0-10 FALLADO

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJA(L)	TOTAL		ATA(H)
			MEDIA(M)		
36.64	L		36.64		








CÁLCULO DEL PCI			
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	17.15	L	7
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			7
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			7

#	Valor Deducción	Total	q	VDC
1	7	7	1	7

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	EXCELENTE
7	93	EXCELENTE

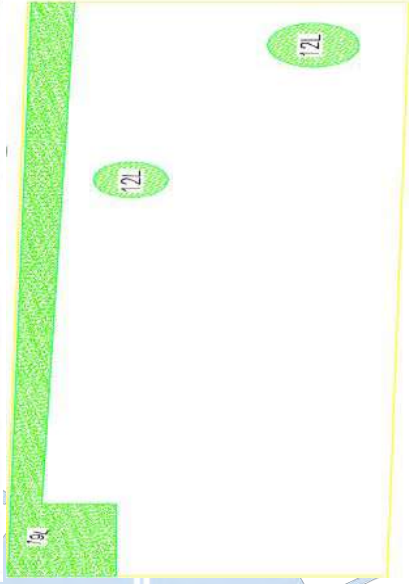
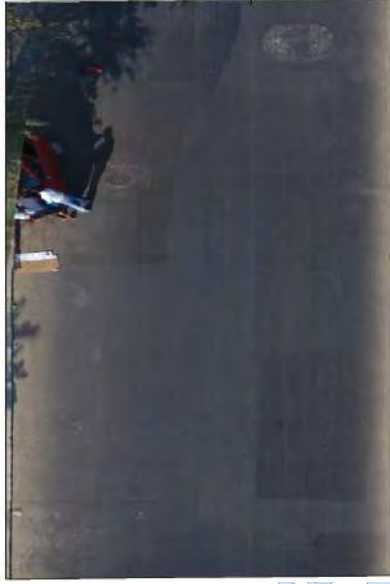
LEYENDA

-  Baches por interperismo de Cartera Justiciero.
-  Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados.
-  Piel de Coque de piedra.
-  Fisuras longitudinales y transversales.
-  Baches.
-  Desplazamiento.
-  Hinchamiento.
-  Fisura de borde.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E34. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM48, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO									
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		Del: 0+212 Km Muestra: UM48 Sección: 225-25		Al: 0+283.5 Km m2					
	86-100	71-85	56-70	41-55	26-40	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO
1 Piel de cocodrilo	m2								
2 Exudación	m2								
3 Fisuras en bloque	m								
4 Abultamientos	m								
5 Hundimientos	m								
6 Corrugación	m2								
7 Depresión	m2								
8 Fisura de borde	m								
9 Fisura de reflexión de junta	m								
10 Desnivel carril - berma	m								
11 Fisuras longitudinales y transv.	m								
12 Pachos y parches de cortes utilit.	m2								
13 Agregado pulido	N°								
14 Baches	N°								
15 Ahueamiento	m2								
16 Desplazamiento	m2								
17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2								
18 Hinchamiento	m2								
19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
CANTIDAD	27.54								
SEVERIDAD	L								
CANTIDAD	2.15	3.29							
SEVERIDAD	L	L							
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CANTIDAD									
SEVERIDAD									
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Cálculo					
19	12.23	L	5	1	5	2	10	2	0
12	2.42	L	5	2	7	1	7	1	7
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				10					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA- VDC				7					
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				93	EXCELENTE				

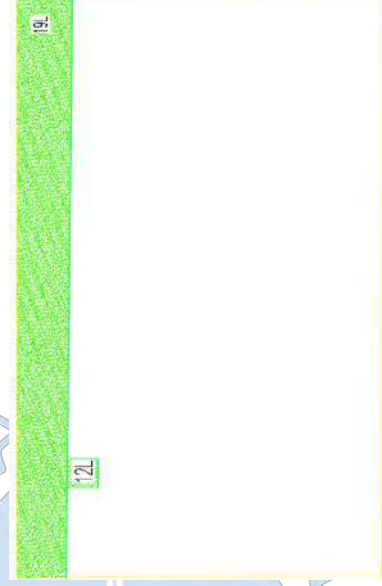


LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E35. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM49, Calzada 2- Tramo 1, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO		DEL: 0+238.5 Km		AL: 0+265 Km				
FECHA:		MUESTRA:		SECCION:				
RESPONSABLE:		UM49		m2				
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO								
Av. Don Bosco		Jun-18						
Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		25-5						
1	Piel de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2	EXCELENTE	86-100
2	Exudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	MUY BUENO	71-85
3	Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	BUENO	56-70
4	Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	REGULAR	41-55
5	Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	POBRE	26-40
6	Conragación	m2	13 Agregado pulido	m2			MUY POBRE	11-25
7	Depresión	m2	14 Baches	N°			FALLADO	0-10
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
CANTIDAD	31.87						TOTAL	
SEVERIDAD	L						BAJIA(L)	31.87
CANTIDAD	0.96						ALTA(H)	
SEVERIDAD	L						MEDIA(M)	0.96
CANTIDAD								
SEVERIDAD								
CANTIDAD								
SEVERIDAD								
CANTIDAD								
SEVERIDAD								
CANTIDAD								
SEVERIDAD								
CÁLCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN					
19	14.13	L	5.91					
12	0.43	L	0.83					
				Valor Deducido	Total	q	VDC	
				1	5.91	0.83	1	6.74
				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
				6.74		EXCELENTE		
				VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC		93.26		
				6.74		EXCELENTE		

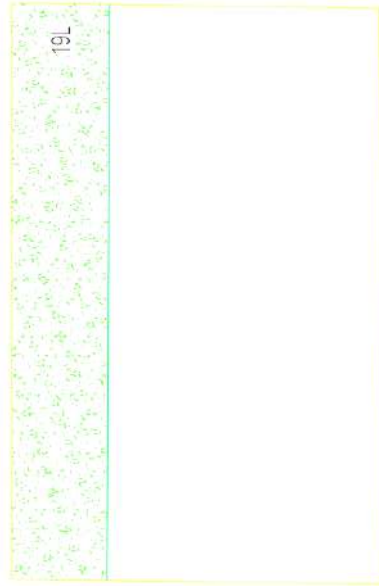
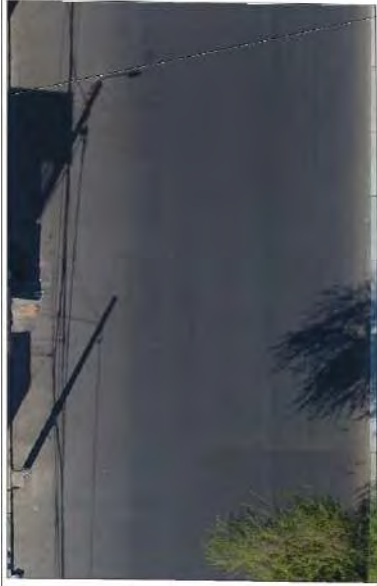


LEYENDA	
	Relleno de corte utilitario
	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados
	Fisura de borde
	Hinchamiento
	Fisuras longitudinales y transversales
	Baches
	Desplazamiento
	Fisura de corte utilitario
	Fisura parabólica o deslizamiento
	Ahuellamiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E37. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM51, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO		DEL: 0-291.5 km		AL: 0-318 km																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
FECHA		MUESTRA		UM51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
RESPONSABLE		SECCION		307.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<p>Av. Don Bosco Jun-18 Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1 Piel de coqueño	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
2 Eudación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
3 Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o de silzamiento	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
4 Albutamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5 Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
6 Comrigación	m2	13 Agregado pulido	m2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
7 Depresión	m2	14 Bathes	N°																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">EXCELENTE</th> <th colspan="2">MUY BUENO</th> <th colspan="2">BUENO</th> <th colspan="2">REGULAR</th> <th colspan="2">POBRE</th> <th colspan="2">MUY POBRE</th> <th colspan="2">FALLADO</th> </tr> <tr> <th>86-100</th> <th>71-85</th> <th>56-70</th> <th>41-55</th> <th>26-40</th> <th>11-25</th> <th>0-10</th> <th colspan="6"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="15" style="text-align: center;">TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td>75.9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERIDAD</td> <td>L</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="15" style="text-align: center;">CÁLCULO DEL PCI</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE FALLA</td> <td>DENSIDAD</td> <td>SEVERIDAD</td> <td colspan="2">VALOR DE DEDUCCIÓN</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>24.69</td> <td>L</td> <td>8</td> <td colspan="11"></td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">#</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Valor Deducido</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Total</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">q</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">VDC</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">92</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">EXCELENTE</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA-VDC</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>							EXCELENTE		MUY BUENO		BUENO		REGULAR		POBRE		MUY POBRE		FALLADO		86-100	71-85	56-70	41-55	26-40	11-25	0-10							TIPOS DE FALLAS EXISTENTES															CANTIDAD	75.9														SEVERIDAD	L														CANTIDAD															SEVERIDAD															CANTIDAD															SEVERIDAD															CANTIDAD															SEVERIDAD															CANTIDAD															SEVERIDAD															CANTIDAD															SEVERIDAD															CÁLCULO DEL PCI															TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN												19	24.69	L	8																	#		Valor Deducido		Total		q		VDC							1		8		8		1		8							VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		8		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		92		EXCELENTE							VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA-VDC		8							
	EXCELENTE		MUY BUENO		BUENO		REGULAR		POBRE		MUY POBRE		FALLADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	86-100	71-85	56-70	41-55	26-40	11-25	0-10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CANTIDAD	75.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
SEVERIDAD	L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
CANTIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SEVERIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CANTIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SEVERIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CANTIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SEVERIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CANTIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SEVERIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CANTIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SEVERIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
19	24.69	L	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
					#		Valor Deducido		Total		q		VDC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					1		8		8		1		8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		8		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		92		EXCELENTE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA-VDC		8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						



LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E38. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM52, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO: Av. Don Bosco		Del: 0-318 Km	Al: 0-344.5 Km
FECHA: Jun-18		Muestra: UM52	
RESPONSABLE: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fleitas		Sección: 307.4	m2

	86-100	71-85	56-70	41-55	26-40	11-25	0-10
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	POBRE	MUY POBRE	FALLADO
1 Piel de cocodrilo	m2						
2 Exudación	m2						
3 Fisuras en bloque	m2						
4 Albulamientos	m						
5 Hundimientos	m						
6 Corrugación	m2						
7 Depresión	m2						
8 Fisura de borde	m						
9 Fisura de reflexión de junta	m						
10 Desnivel carril -berma	m						
11 Fisuras longitudinales y transv.	m						
12 Parches y parches de cortes utilit.	m2						
13 Agregado pulido	m2						
14 Baches	Nº						
15 Ahuellamiento	m2						
16 Desplazamiento	m2						
17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2						
18 Hinchamiento	m2						
19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2						

TOTAL	
BAJA(L)	ALTA(H)
75.72	
1.74	

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	8	1.67	1	9.67

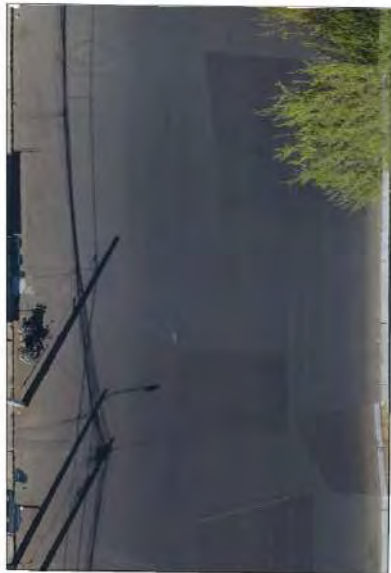
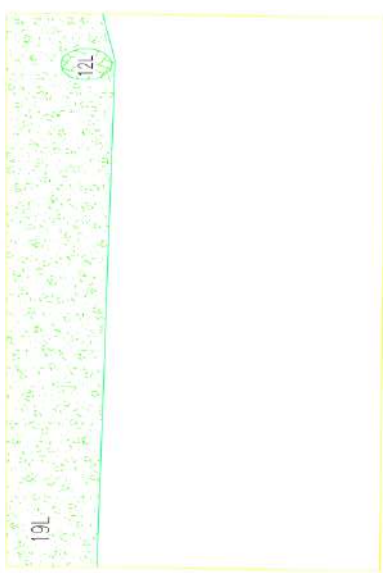
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	24.68	L	8
12	0.57	L	1.67
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			9.67
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			9.67

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		EXCELENTE
90.33		EXCELENTE

CÁLCULO DEL PCI	
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	9.67
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	9.67

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES	
19	SEVERIDAD
12	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD
	SEVERIDAD

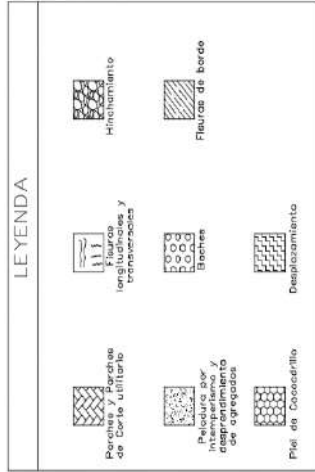
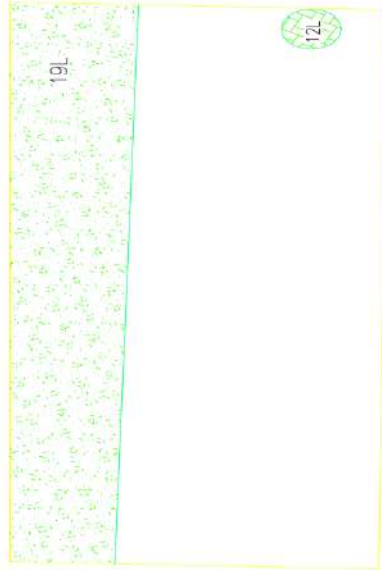
LEYENDA	
	Fisuras y baches de corte utilitario
	Poquetes por interperismo y desprendimiento de agregados
	Prof. de Cocodrillo
	Fisuras longitudinales y transversales
	Baches
	Desplazamiento
	Hinchamiento
	Fisuras de borde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E40. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM54, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

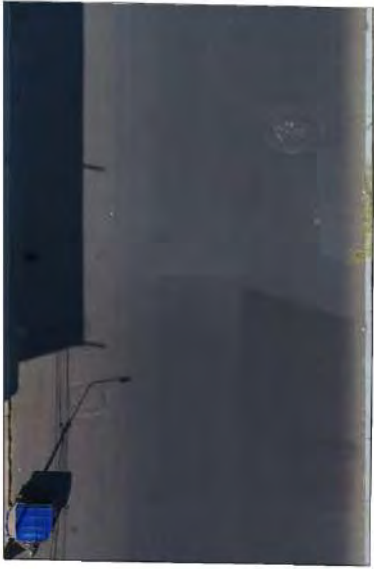
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Av. Don Bosco Jun-18		Del: 0+371 Km Al: 0+397,5 Km																																																																																																																								
Proyecto:	Fecha:	Muestra:	Sección:																																																																																																																									
		UM54	307.4	m2																																																																																																																								
Responsable:	Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas																																																																																																																											
1	Piel de cocodrilo	m2																																																																																																																										
2	Exudación	m2																																																																																																																										
3	Fisuras en bloque	m2																																																																																																																										
4	Albuitamientos	m																																																																																																																										
5	Hundimientos	m																																																																																																																										
6	Corrugación	m2																																																																																																																										
7	Depresión	m2																																																																																																																										
8	Fisura de borde	m	15 Ahuellamiento	m2																																																																																																																								
9	Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2																																																																																																																								
10	Desnivel carril - berna	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2																																																																																																																								
11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2																																																																																																																								
12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2																																																																																																																								
13	Agregado pulido	m2																																																																																																																										
14	Baches	N°																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>86-100</th> <th>EXCELENTE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>71-85</th> <th>MUY BUENO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>56-70</th> <th>BUENO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>41-55</th> <th>REGULAR</th> </tr> <tr> <th></th> <th>26-40</th> <th>POBRE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>11-25</th> <th>MUY POBRE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>0-10</th> <th>FALLADO</th> </tr> </thead> </table>							86-100	EXCELENTE		71-85	MUY BUENO		56-70	BUENO		41-55	REGULAR		26-40	POBRE		11-25	MUY POBRE		0-10	FALLADO																																																																																																		
	86-100	EXCELENTE																																																																																																																										
	71-85	MUY BUENO																																																																																																																										
	56-70	BUENO																																																																																																																										
	41-55	REGULAR																																																																																																																										
	26-40	POBRE																																																																																																																										
	11-25	MUY POBRE																																																																																																																										
	0-10	FALLADO																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</th> <th colspan="3">TOTAL</th> </tr> <tr> <th>BAJA(L)</th> <th>MEDIA(M)</th> <th>ALTA(H)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19</td> <td>CANTIDAD 97,8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>CANTIDAD 2,77</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">CÁLCULO DEL PCI</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE FALLA</td> <td>DENSIDAD</td> <td>SEVERIDAD</td> <td>VALOR DE DEDUCCIÓN</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>31.82</td> <td>L</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>0.90</td> <td>L</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td colspan="3">CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>EXCELENTE</td> </tr> </tbody> </table>						TIPOS DE FALLAS EXISTENTES	TOTAL			BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	19	CANTIDAD 97,8				SEVERIDAD L			12	CANTIDAD 2,77				SEVERIDAD L				CANTIDAD				SEVERIDAD				CANTIDAD				SEVERIDAD				CANTIDAD				SEVERIDAD				CANTIDAD				SEVERIDAD				CANTIDAD				SEVERIDAD			CÁLCULO DEL PCI				TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	19	31.82	L	10	12	0.90	L	2.5																									VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			12.5	VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			12	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			88				EXCELENTE
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES	TOTAL																																																																																																																											
	BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)																																																																																																																									
19	CANTIDAD 97,8																																																																																																																											
	SEVERIDAD L																																																																																																																											
12	CANTIDAD 2,77																																																																																																																											
	SEVERIDAD L																																																																																																																											
	CANTIDAD																																																																																																																											
	SEVERIDAD																																																																																																																											
	CANTIDAD																																																																																																																											
	SEVERIDAD																																																																																																																											
	CANTIDAD																																																																																																																											
	SEVERIDAD																																																																																																																											
	CANTIDAD																																																																																																																											
	SEVERIDAD																																																																																																																											
	CANTIDAD																																																																																																																											
	SEVERIDAD																																																																																																																											
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																																																																																																																									
19	31.82	L	10																																																																																																																									
12	0.90	L	2.5																																																																																																																									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			12.5																																																																																																																									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			12																																																																																																																									
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			88																																																																																																																									
			EXCELENTE																																																																																																																									

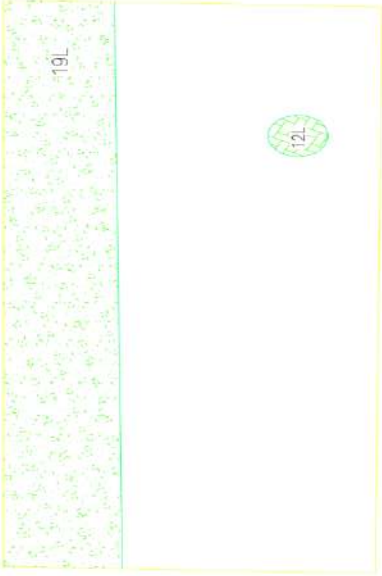


#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	10	2.5	2	0
2	10	2	1	12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E42. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM56, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.





EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO

Proyecto: Av. Don Bosco Del: 0+424 Km Al: 0+450,5 Km
 Fecha: Jun-18 Muestra: UM56
 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas Sección: 307.4 m2

	86-100	71-85	56-70	41-55	26-40	11-25	0-10			
	EXCELENTE		MUY BUENO		BUENO		REGULAR	POBRE	MUY POBRE	FALLADO

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES	CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	TOTAL	
															BAA(L)	ALTA(H)
1 Piel de cocodrilo	98.13	L													98.13	
2 Exudación	2.9	L													2.9	
3 Fisuras en bloque																
4 Abultamientos																
5 Hundimientos																
6 Corrugación																
7 Depresión																
8 Fisura de borde	m															
9 Fisura de reflexión de junta	m															
10 Desnivel carril - berma	m															
11 Fisuras longitudinales y transvers.	m															
12 Parches y parches de cortes utilit.	m2															
13 Agregado pulido	m2															
14 Baches	N°															
15 Ahuellamiento	m2															
16 Desplazamiento	m2															
17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2															
18 Hinchamiento	m2															
19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2															

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

CANTIDAD	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	L	31.92	10	L	3.33
12	L	0.94		L	

CÁLCULO DEL PCI

#	Valor Deducido	q	VDC
1	10	3.33	2
2	10	2	1
Total	1333	12	88

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	13.33	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	EXCELENTE
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	12		

LEYENDA

	Pedregos y fisuras del corte utilitario		Fisuras longitudinales y transversales y Baches		Hinchamiento
	Pedregos y fisuras de desprendimiento de agregados		Baches		Fisura de borde
	Piel de Cocodrillo		Desplazamiento		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E43. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM57, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO										
Proyecto: Av. Don Bosco		Del: 0-450.5 Km		Al: 0-477 Km						
Fecha: Jun-18		Muestra: UM57								
Responsable: Bach: Fabian Merino - Bach: Carlos Fiestas		Sección: 307.4		m ²						
1	Piel de cocodrilo	m ²		8	Figura de borde	m	15	Ahuellamiento	m ²	86-100
2	Exposición	m ²		9	Figura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m ²	71-85
3	Figuras en bloque	m ²		10	Desnivel carril -berma	m	17	Figura parabólica o deslizamiento	m ²	56-70
4	Ahuellamientos	m		11	Figuras longitudinales y transv.	m	18	Ahuellamiento	m ²	41-55
5	Hundimientos	m		12	Parches y parches de cortes utilit.	m ²	19	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m ²	26-40
6	Corrugación	m ²		13	Agregado pulido	m ²				11-25
7	Depresión	m ²		14	Baches	N°				0-10
TIPOS DE FALIAS EXISTENTES										
	CANTIDAD	99.31								TOTAL
19	SEVERIDAD	L								BAJA(L)
	CANTIDAD	1.61								MEDIA(M)
12	SEVERIDAD	L								ALTA(H)
	CANTIDAD									99.31
	SEVERIDAD									1.61
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
	CANTIDAD									
	SEVERIDAD									
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALIA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN							
19	32.31	L	10							
12	0.52	L	1.67							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				11.67						
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA -VDC				11.67						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	88.33	EXCELENTE				



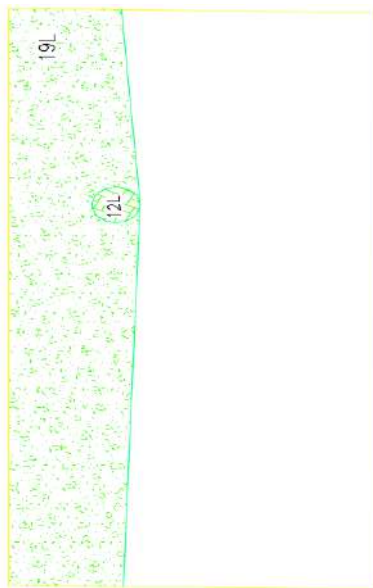
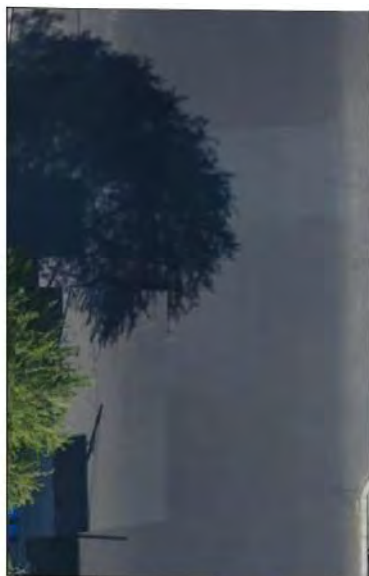
LEYENDA			
	Cracks and Roving of Concrete Utility		Longitudinal and Transverse Cracks
	Temperature and Shrinkage Cracks of Aggregate		Bumps
	Edge Roving		Displacement
	Roving of Aggregate		Roving of Aggregate

#	Valor Deduido	Total	q	VDC
1	10	1.67	1	11.67

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E45. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM59, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		PROYECTO: Av. Don Bosco				MUESTRA: UM59				
Fecha: Jun-18		Del: 0+503.5 Km		Al: 0+530 Km		Muestra: UM59		Sección: 307.4		
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas										
1	Piel de coccodrilo	m ²				86-100	EXCELENTE			
2	Enudación	m ²				71-85	MUY BUENO			
3	Fisuras en bloque	m ²				56-70	BUENO			
4	Abultamientos	m				41-55	REGULAR			
5	Hundimientos	m				26-40	POBRE			
6	Corrugación	m ²				11-25	MUY POBRE			
7	Depresión	m ²				0-10	FALLADO			
8	Fisura de borde	m						15 Anillamiento	m ²	
9	Fisura de reflexión de junta	m						16 Desplazamiento	m ²	
10	Fisuras en bloque	m						17 Fisura parabólica o deslizamiento	m ²	
11	Fisuras longitudinales y transv.	m						18 Hinchamiento	m ²	
12	Parches y parches de cortes utilit.	m ²						19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m ²	
13	Agregado pulido	m ²								
14	Baches	N°								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
CANTIDAD	106.57							TOTAL		
SEVERIDAD	L							BAJ(A)I	106.57	
CANTIDAD	2.06							MEDIA(M) ALTA(H)		
SEVERIDAD	L									
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CANTIDAD										
SEVERIDAD										
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN			#	Valor Deducido	Total	q	VDC
19	34.67	L	10			1	10	11.67	1	11.67
12	0.67	L	1.67				1.67			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				11.67						
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC				11.67						
				88.33		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			EXCELENTE	

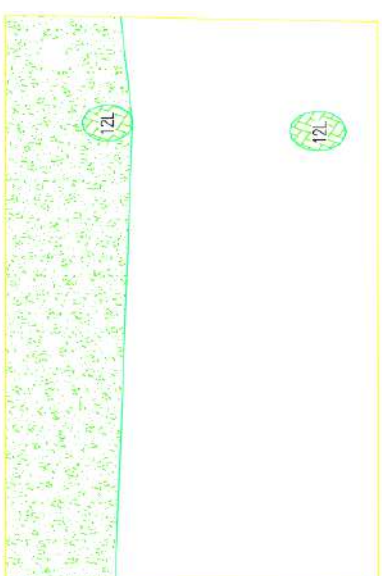
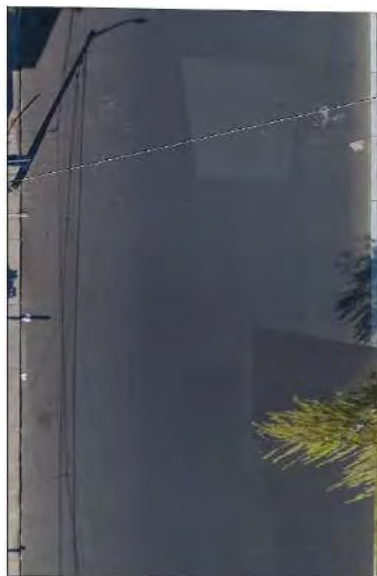


LEYENDA	
	Flecos y Parches de Corte Utilitario
	Peladura por Interperismo y Desprendimiento de Agregados
	Piel de Cocodrilo
	Fisuras Longitudinales y Transversales
	Baches
	Desplazamiento
	Hinchamiento
	Fisuras de Borde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E46. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM60, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Del: 0-530 Km		Al: 0-556.5 Km							
Proyecto: Av. Don Bosco		Muestra: UM60		Sección: 307.4							
Fecha: Jun-18		Bach: Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		m2							
Responsable:											
1	Piel de cocodrilo	m2		8	Fiura de borde	m	15	Aluelamiento	m2	86-100	EXCELENTE
2	Eudación	m2		9	Fiura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO
3	Fiuras en bloque	m2		10	Desnivel carril - berma	m	17	Fiura parabólica o desluzamiento	m2	56-70	BUENO
4	Albultamientos	m		11	Fiuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR
5	Hundimientos	m		12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Peadura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE
6	Corrugación	m2		13	Agregado pulido	m2				11-25	MUY POBRE
7	Depresión	m2		14	Baches	N°				0-10	FALLADO
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
CANTIDAD	002.81										
SEVERIDAD	L										
CANTIDAD	2.38	2.63									
SEVERIDAD	L	L									
CANTIDAD											
SEVERIDAD											
CANTIDAD											
SEVERIDAD											
CANTIDAD											
SEVERIDAD											
CANTIDAD											
SEVERIDAD											
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN								
19	33.45	L	10								
12	1.56	L	3.33								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				13.33							
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC				12							
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				88	EXCELENTE						




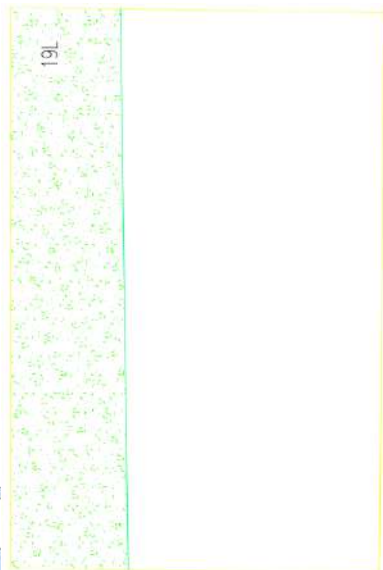
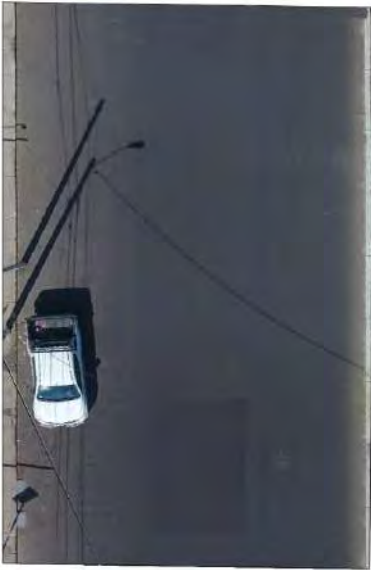
LEYENDA

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	10	3.33	2	9
2	10	2	1	12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E47. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM61, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

		EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																																																							
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0-555.5 Km Muestra: UM61 Sección: 307.4 m2	Alt: 0-583 Km																																																							
1 Piel de cocodrilo 2 Exudación 3 Fisuras en bloque 4 Abultamientos 5 Hundimientos 6 Corrugación 7 Depresión	8 Fisura de borde 9 Fisura de reflexión de junta 10 Desnivel carril - berma 11 Fisuras longitudinales y transv. 12 Parches y parches de cortes utilit. 13 Agregado pulido 14 Baches	15 Ahueamiento 16 Desplazamiento 17 Fisura parabólica o deslizamiento 18 Hinchamiento 19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m m m m m2 m2 N°																																																						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CANTIDAD</th> <th rowspan="2">SEVERIDAD</th> <th colspan="2">TOTAL</th> </tr> <tr> <th>BAJA(L)</th> <th>ALTA(H)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100.16</td> <td>L</td> <td>100.16</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CANTIDAD	SEVERIDAD	TOTAL		BAJA(L)	ALTA(H)	100.16	L	100.16																																													
CANTIDAD	SEVERIDAD	TOTAL																																																							
		BAJA(L)	ALTA(H)																																																						
100.16	L	100.16																																																							
CÁLCULO DEL PCI																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>DENSIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>VALOR DE DEDUCCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19</td> <td>32.58</td> <td>L</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	19	32.58	L	10																																					<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Valor Deducido</th> <th>Total</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	#	Valor Deducido	Total	q	VDC	1	10	10	1	10		
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																																																						
19	32.58	L	10																																																						
#	Valor Deducido	Total	q	VDC																																																					
1	10	10	1	10																																																					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		10																																																							
VALOR DE DEDUCCIÓN CORRIGIDA - VDC		10																																																							
		90																																																							
		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	EXCELENTE																																																						



LEYENDA

Parches y cortes de Carre utilitario	Fisuras longitudinales y transversales	Hinchamiento
Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	Baches	Fisura de borde
Piel de Cocodrillo	Desplazamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E48. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM62, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																					
Proyecto: Av. Don Bosco Del: 04-588 Al: 04609.5 Fecha: Jun-18 Muestra: UM62 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas Sección: 307.4 m2																					
1	Piel de cocodrilo	m2	8 Fisura de borde	m	15 Ahueamiento	m2	86-100	EXCELENTE													
2	Exfoliación	m2	9 Fisura de reflexión de junta	m	16 Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO													
3	Fisuras en bloque	m2	10 Desnivel carril - berma	m	17 Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO													
4	Abultamientos	m	11 Fisuras longitudinales y transv.	m	18 Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR													
5	Hundimientos	m	12 Parches y parches de cortes utilit.	m2	19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE													
6	Corugación	m2	13 Agregado pulido	m2	11-25	MUY POBRE															
7	Depresión	m2	14 Baches	Nº	0-10	FALLADO															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TOTAL</th> </tr> <tr> <th>BAA(L)</th> <th>MEDIA(M)</th> <th>ALTA(H)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>106.45</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										TOTAL			BAA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	106.45			
TOTAL																					
BAA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)																			
106.45																					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																					
19	CANTIDAD	106.45																			
	SEVERIDAD	L																			
	CANTIDAD																				
	SEVERIDAD																				
	CANTIDAD																				
	SEVERIDAD																				
	CANTIDAD																				
	SEVERIDAD																				
	CANTIDAD																				
	SEVERIDAD																				
	CANTIDAD																				
	SEVERIDAD																				
	CANTIDAD																				
	SEVERIDAD																				
CÁLCULO DEL PCI																					
	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																	
	19	34.63	L	10																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Valor Deducción</th> <th>Total</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>										#	Valor Deducción	Total	q	VDC	1	10	10	1	10
#	Valor Deducción	Total	q	VDC																	
1	10	10	1	10																	
				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				10													
				VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA -VDC				10													
								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				EXCELENTE									



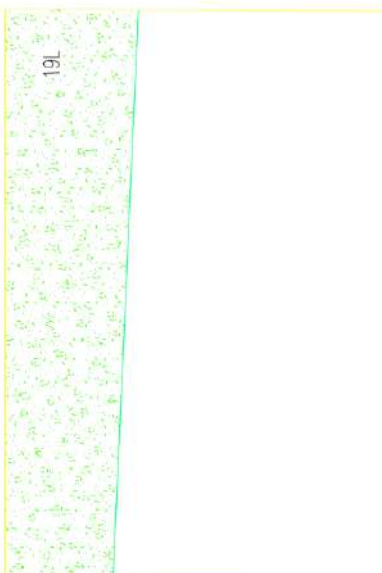
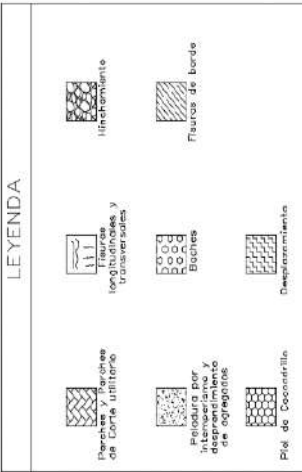


LEYENDA

	Parches y Parches de Carre utilitario		Fisuras longitudinales y transversales		Hinchamiento
	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados		Baches		Fisuras de borde
	Piel de Cocodrilo		Desplazamiento		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E49. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM64, Calzada 2- Tramo 2- de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																																											
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0+635Km Muestra: UM64 Sección: 307.4 m2 Al: 0+662.5 Km																																										
																																											
																																											
																																											
<table border="1" style="width:100%; text-align: center;"> <tr><th>86-100</th><th>EXCELENTE</th></tr> <tr><th>71-85</th><th>MUY BUENO</th></tr> <tr><th>56-70</th><th>BUENO</th></tr> <tr><th>41-55</th><th>REGULAR</th></tr> <tr><th>26-40</th><th>POBRE</th></tr> <tr><th>11-25</th><th>MUY POBRE</th></tr> <tr><th>0-10</th><th>FALLADO</th></tr> </table>		86-100	EXCELENTE	71-85	MUY BUENO	56-70	BUENO	41-55	REGULAR	26-40	POBRE	11-25	MUY POBRE	0-10	FALLADO																												
86-100	EXCELENTE																																										
71-85	MUY BUENO																																										
56-70	BUENO																																										
41-55	REGULAR																																										
26-40	POBRE																																										
11-25	MUY POBRE																																										
0-10	FALLADO																																										
<table border="1" style="width:100%; text-align: center;"> <tr><th>8</th><th>Fisura de borde</th><th>m</th><th>15</th><th>Ahuellamiento</th><th>m2</th></tr> <tr><th>9</th><th>Fisura de reflexión de junta</th><th>m</th><th>16</th><th>Desplazamiento</th><th>m2</th></tr> <tr><th>10</th><th>Desnivel carril -berma</th><th>m</th><th>17</th><th>Fisura parabólica o de sitamiento</th><th>m2</th></tr> <tr><th>11</th><th>Fisuras longitudinales y transv.</th><th>m</th><th>18</th><th>Hinchamiento</th><th>m2</th></tr> <tr><th>12</th><th>Parches y parches de cortes utilit.</th><th>m2</th><th>19</th><th>Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados</th><th>m2</th></tr> <tr><th>13</th><th>Agregado pulido</th><th>m2</th><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>14</th><th>Baches</th><th>N°</th><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		8	Fisura de borde	m	15	Ahuellamiento	m2	9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2	10	Desnivel carril -berma	m	17	Fisura parabólica o de sitamiento	m2	11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m2	12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	13	Agregado pulido	m2				14	Baches	N°			
8	Fisura de borde	m	15	Ahuellamiento	m2																																						
9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2																																						
10	Desnivel carril -berma	m	17	Fisura parabólica o de sitamiento	m2																																						
11	Fisuras longitudinales y transv.	m	18	Hinchamiento	m2																																						
12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2																																						
13	Agregado pulido	m2																																									
14	Baches	N°																																									
TIPOS DE FALIAS EXISTENTES																																											
CANTIDAD	101.9				TOTAL																																						
SEVERIDAD	L				BAJALU MEDIA(M) ALTA(H)																																						
CANTIDAD					100.19																																						
SEVERIDAD																																											
CANTIDAD																																											
SEVERIDAD																																											
CANTIDAD																																											
SEVERIDAD																																											
CANTIDAD																																											
SEVERIDAD																																											
CANTIDAD																																											
SEVERIDAD																																											
CANTIDAD																																											
SEVERIDAD																																											
CÁLCULO DEL PCI																																											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																																								
19	32.92	L		10																																							
			VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN	10																																							
			VALOR DE DEDUCCIÓN CORRIGIDA - VDC	10																																							
			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		EXCELENTE																																						
				90																																							

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	10	10	1	10


Fuente: Elaboración propia.

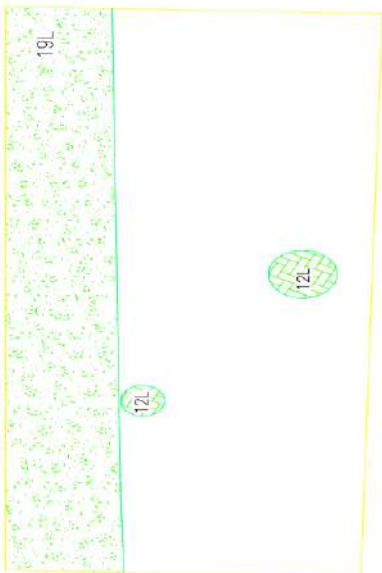
Tabla E50. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM65, Calzada 2- Tramo 2, de la Av. Don Bosco.

PROYECTO: Av. Don Bosco Del: 0-622.5 Km Al: 0-688 Km

FECHA: Jun-18 Muestra: UM65

RESPONSABLE: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fleitas Sección: 307.4 m2





	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	POBRE	MUY POBRE	FALLADO
86-100							
71-85							
56-70							
41-55							
26-40							
11-25							
0-10							

TIPO DE FALLAS EXISTENTES	TOTAL	
	BAJA(L)	ALTA(H)
19 CANTIDAD 95.86	95.86	
SEVERIDAD L		
12 CANTIDAD 1.59	1.59	
SEVERIDAD L		
CANTIDAD		
SEVERIDAD		
CANTIDAD		
SEVERIDAD		
CANTIDAD		
SEVERIDAD		
CANTIDAD		
SEVERIDAD		
CANTIDAD		
SEVERIDAD		
CANTIDAD		
SEVERIDAD		

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

CANTIDAD	SEVERIDAD	UNIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	L		10
12	L		4.17

CÁLCULO DEL PCI

#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	10	4.17	2	9
2	10	2	1	12

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN
19	31.18	L	10
12	1.79	L	4.17

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	
14.17	88	EXCELENTE	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC	12		

LEYENDA

	Pavimento y Borde de Corte Utilitario		Fieltros y Borde Utilitario		Hinchamiento
	Pedregal por interperismo y desprendimiento de agregados		Baches		Fluores de borde
	Piel de Coccodrilo		Desplazamiento		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E51 . Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM66, Calzada 2- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO																			
Proyecto: Av. Don Bosco Fecha: Jun-18 Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas	Del: 0+689 Km Muestra: UM66 Sección: 307.4 m2 Al: 0+715.5 Km																		
1 Piel de cocodrilo m2 2 Exudación m2 3 Fisuras en bloque m2 4 Abultamientos m 5 Hundimientos m 6 Corrugación m2 7 Depresión m2	8 Fisura de borde m 9 Fisura de reflexión de junta m 10 Desnivel carril -berma m 11 Fisuras longitudinales y transv. m 12 Parches y parches de cortes utilit. m2 13 Agregado pulido m2 14 Baches N°																		
15 Anivellamiento m2 16 Desplazamiento m2 17 Fisura parabólica o deslizamiento m2 18 Hinchamiento m2 19 Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados m2	20 Baches N°																		
86-100 EXCELENTE 71-85 MUY BUENO 56-70 BUENO 41-55 REGULAR 26-40 POBRE 11-25 MUY POBRE 0-10 FALLADO																			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CANTIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>BAJAL</th> <th>MEDIAN(M)</th> <th>ALTA(H)</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>99.32</td> <td>L</td> <td>99.32</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.31</td> <td>L</td> <td>5.28</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJAL	MEDIAN(M)	ALTA(H)	TOTAL	99.32	L	99.32				3.31	L	5.28				
CANTIDAD	SEVERIDAD	BAJAL	MEDIAN(M)	ALTA(H)	TOTAL														
99.32	L	99.32																	
3.31	L	5.28																	
CÁLCULO DEL PCI																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>DENSIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>VALOR DE DEDUCCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19</td> <td>32.31</td> <td>L</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1.72</td> <td>L</td> <td>4.17</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	19	32.31	L	10	12	1.72	L	4.17							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN																
19	32.31	L	10																
12	1.72	L	4.17																
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			14.17																
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC			12																
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			88		EXCELENTE														

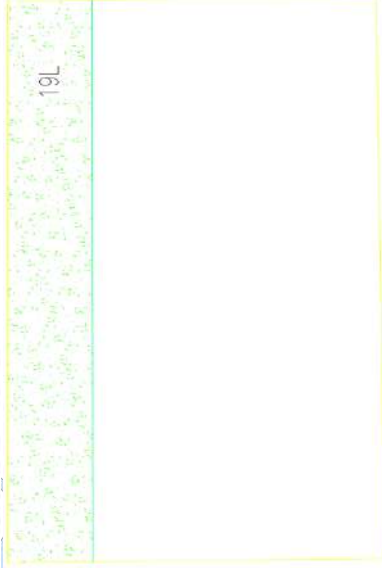
#	Valor Deducido	Total	q	VDC
1	10	4.17	2	9
2	10	2	1	12

LEYENDA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E62. Hoja de registro y cálculo del PCI de la unidad de muestra UM77, Calzada 2- Tramo 3, de la Av. Don Bosco.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO		Del: 0+980.5 Al: 1+077 Km																																																																																																																																																																		
Proyecto: Av. Don Bosco		Muestra: UM77																																																																																																																																																																		
Fecha: Jun-18		Sección: 307.4																																																																																																																																																																		
Responsable: Bach. Fabian Merino - Bach. Carlos Fiestas		m2																																																																																																																																																																		
1	Pied de coconillo	m2	8	Fisura de borde	m	15	Ahuellamiento	m2	86-100	EXCELENTE																																																																																																																																																										
2	Exudación	m2	9	Fisura de reflexión de junta	m	16	Desplazamiento	m2	71-85	MUY BUENO																																																																																																																																																										
3	Fisuras en bloque	m2	10	Desnivel carril - berma	m	17	Fisura parabólica o deslizamiento	m2	56-70	BUENO																																																																																																																																																										
4	Albultamientos	m	11	Fisuras longitudinales y transvers.	m	18	Hinchamiento	m2	41-55	REGULAR																																																																																																																																																										
5	Hundimientos	m	12	Parches y parches de cortes utilit.	m2	19	Pejadura por interperismo y desprendimiento de agregados	m2	26-40	POBRE																																																																																																																																																										
6	Convergación	m2	13	Agregado pulido	m2	11-25	MUY POBRE																																																																																																																																																													
7	Depresión	m2	14	Baches	N°	0-10	FALLADO																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="11">TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>BAJA(L)</th> <th>MEDIA(M)</th> <th>ALTA(H)</th> <th colspan="2">TOTAL</th> <th colspan="4"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19</td> <td>CANTIDAD</td> <td>71.54</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td>L</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEVERIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											TIPOS DE FALLAS EXISTENTES													BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	TOTAL						19	CANTIDAD	71.54										SEVERIDAD	L										CANTIDAD											SEVERIDAD											CANTIDAD											SEVERIDAD											CANTIDAD											SEVERIDAD											CANTIDAD											SEVERIDAD											CANTIDAD											SEVERIDAD									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																																																																																																																																				
		BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	TOTAL																																																																																																																																																															
19	CANTIDAD	71.54																																																																																																																																																																		
	SEVERIDAD	L																																																																																																																																																																		
	CANTIDAD																																																																																																																																																																			
	SEVERIDAD																																																																																																																																																																			
	CANTIDAD																																																																																																																																																																			
	SEVERIDAD																																																																																																																																																																			
	CANTIDAD																																																																																																																																																																			
	SEVERIDAD																																																																																																																																																																			
	CANTIDAD																																																																																																																																																																			
	SEVERIDAD																																																																																																																																																																			
	CANTIDAD																																																																																																																																																																			
	SEVERIDAD																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="11">CÁLCULO DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>DENSIDAD</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>VALOR DE DEDUCCIÓN</th> <th>#</th> <th>Valor Deducido</th> <th>Total</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19</td> <td>23.27</td> <td>L</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td colspan="4">VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</td> <td>92</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>EXCELENTE</td> </tr> </tbody> </table>											CÁLCULO DEL PCI											TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	#	Valor Deducido	Total	q	VDC	19	23.27	L	8	1	8	8	1	8	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN									VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC									CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				92				EXCELENTE																																																																																																		
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																																																																				
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	#	Valor Deducido	Total	q	VDC																																																																																																																																																												
19	23.27	L	8	1	8	8	1	8																																																																																																																																																												
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN																																																																																																																																																																				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA - VDC																																																																																																																																																																				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				92				EXCELENTE																																																																																																																																																												



LEYENDA

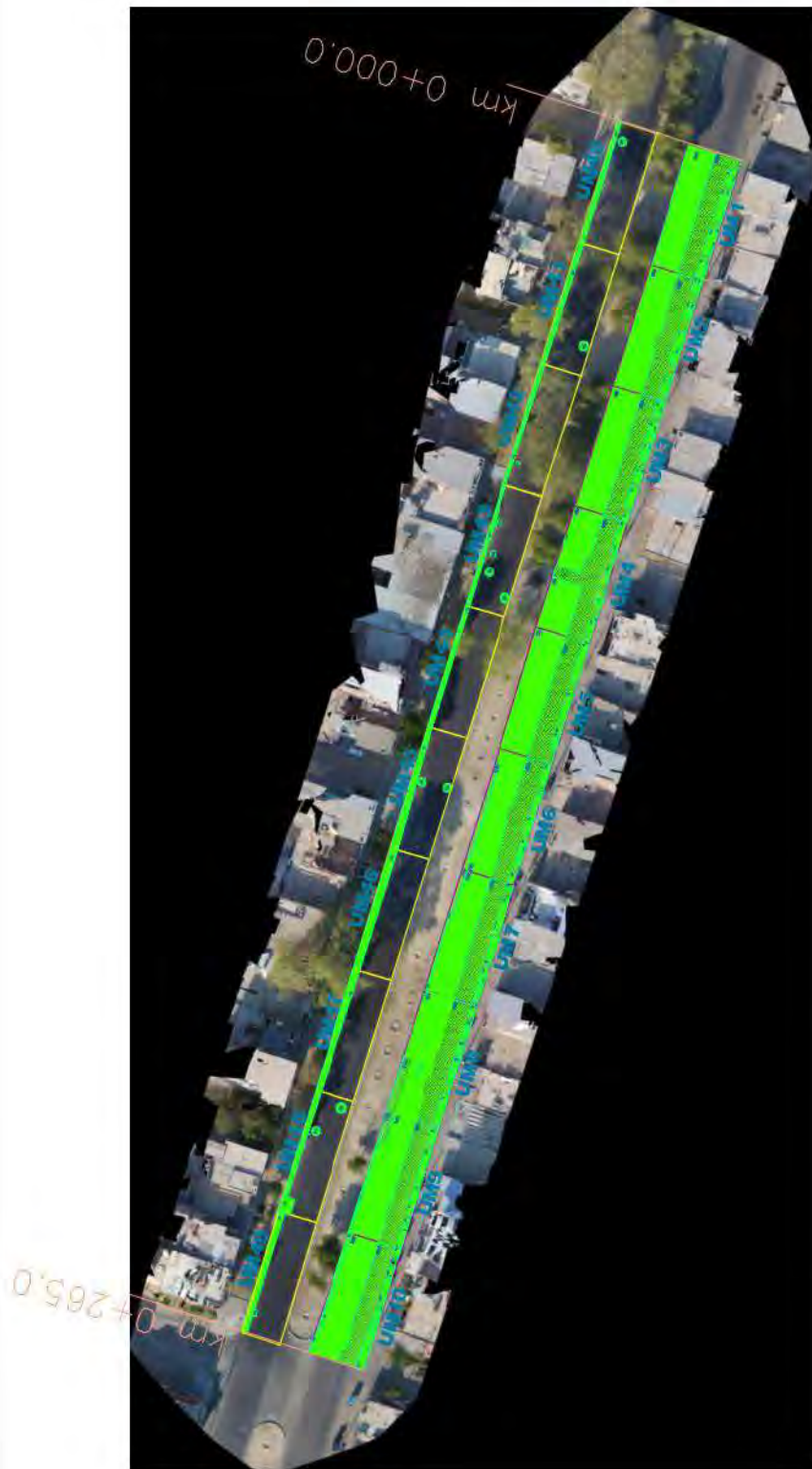
	Parches y Ranuras de Corte Utilitario		Fisuras Longitudinales y Transversales		Fisuras de Borde
	Pejadura por Interperismo y Desprendimiento de Agregados		Hinchamiento		Desplazamiento
	Parches y Ranuras de Corte Utilitario		Fisuras Longitudinales y Transversales		Fisuras de Borde

Fuente: Elaboración propia.









Anexo F: Planos del tramo inspeccionado de la Av. Don Bosco- Piura








LEYENDA

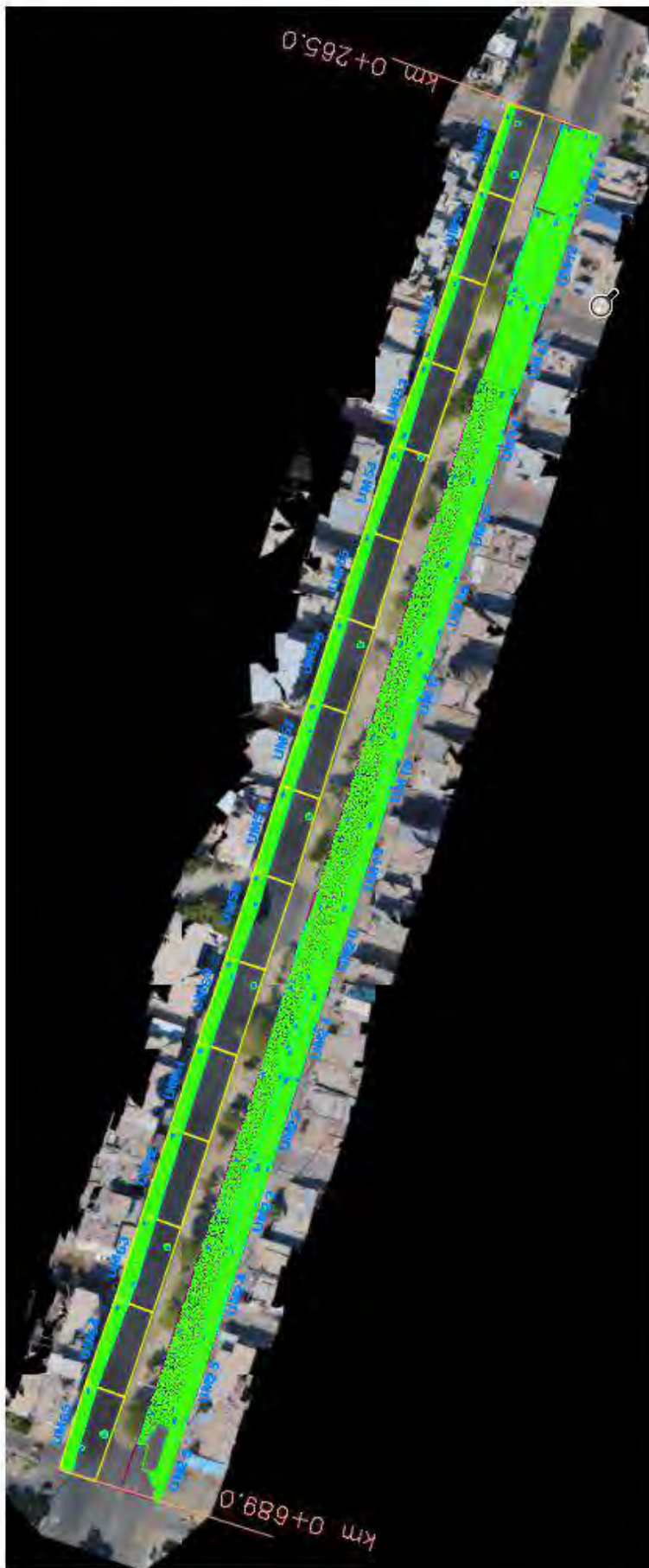
	Parches y Parches de Corte Utilizables		Fisuras longitudinales y transversales		Abultamiento/Hundimiento
	Fedatura por Intemperismo y desprendimiento de agregados		Bachas		Fisuras de borda
	Piel de Cacerdillo		Desplazamiento		


UNIVERSIDAD DE PIURA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA AV. DON BOSCO
DESDE LA CALLE TUPAC AMARU HASTA LA CALLE ARGENTINA 1/1000
LÁMINA

ELABORADO POR: BACH.FABIAN GIUSEPPE MERINO RODRIGUEZ Y BACH.CARLOS DAVID FIESTAS LEON
PLANO: PLANO DEL TRAMO I DE INSPECCIÓN DESDE LA CALLE TUPAC AMARU HASTA LA CALLE POLONIA.
PROGRESIVA: km 0+000.00 – km 0+265.0



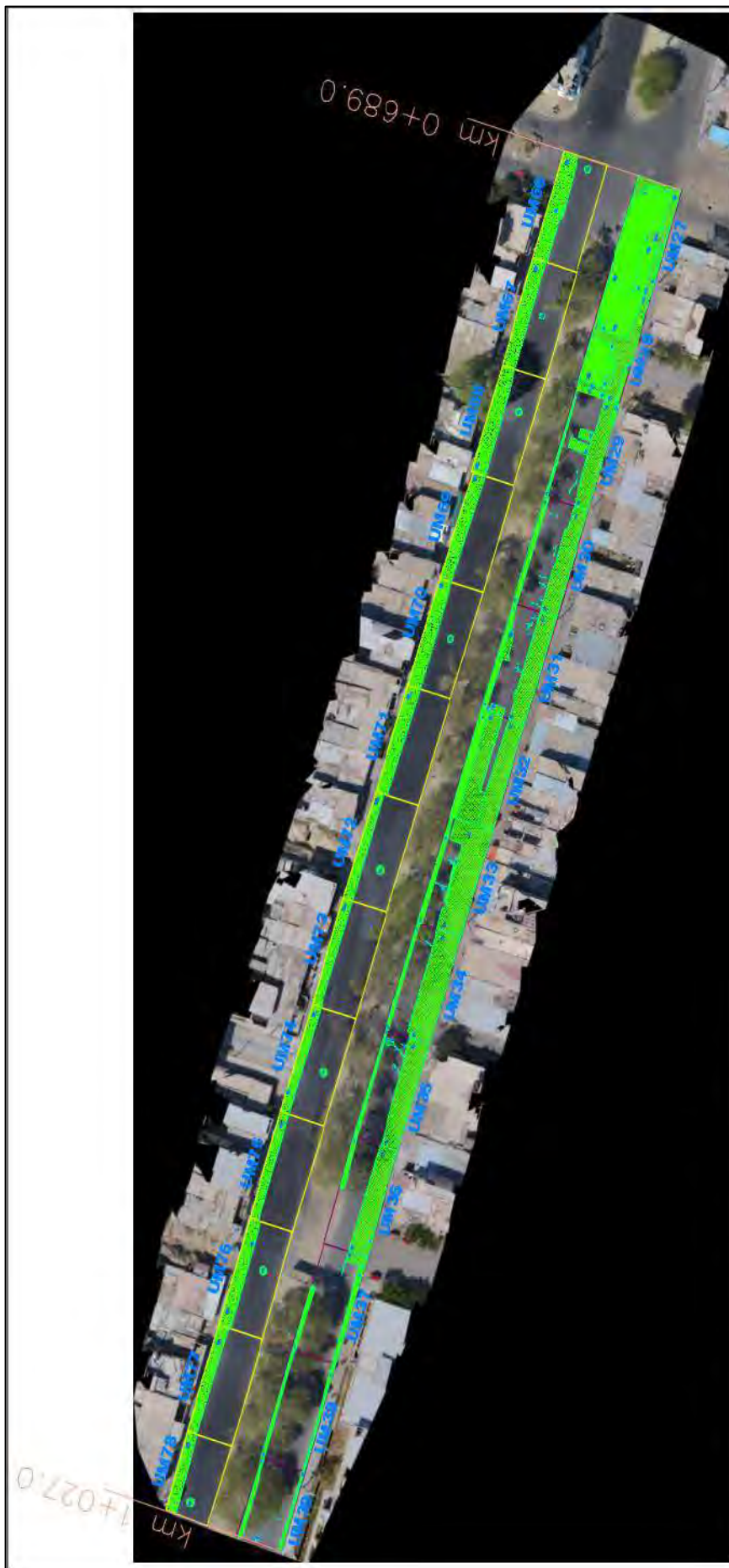


LEYENDA

	Pavimento Asfaltado		Pavimento en tierra
	Puntos de Inspección		Delineamiento
	Puntos de Inspección de la Calle Utilizados		Puntos de Inspección de la Calle no Utilizados
	Puntos de Inspección de la Calle no Utilizados		Puntos de Inspección de la Calle no Utilizados

UNIVERSIDAD DE PIURA	
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA AV. DON BOSCO DESDE LA CALLE TUPAC AMARU HASTA LA CALLE ARGENTINA	ESCALA: 1/400
ELABORADO POR: BACH. FABIAN GUSEPPE MERINO RODRIGUEZ Y BACH. CARLOS DAVID PRIETAS LEON	CARRERA: CIVIL
PLANO DEL TRAMO 2 DE INSPECCIÓN DESDE LA CALLE POLONIA HASTA LA AV. MARCAVELICA	PL-2
PROYECTO: km. 0+265.00 - km. 0+189.0	





LEYENDA

	Abultamiento/hundimiento		Fibras de borde
	Fibras longitudinales y transversales		Baches
	Parches y Parches de Corte utilitario		Desplazamiento
	Pavedura por mantenimiento de agregados		Piel de Coccodrillo

<p>UNIVERSIDAD DE PIURA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL</p>	
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LA AV. DON BOSCO DESDE LA CALLE TUPAC AMARU HASTA LA CALLE ARGENTINA	
ELABORADO POR:	BACH.FABIAN GIUSEPPE MERINO RODRIGUEZ Y BACH.CARLOS DAVID FIESTAS LEON
PLANO:	PLANO DEL TRAMO 3 DE INSPECCIÓN DESDE LA AV. MARCAVELICA HASTA LA CALLE ARGENTINA.
PROGRESIVA:	km 0+689.00 - km 1+027.0
ESCALA:	1/1000
LAMINA:	PL-3