

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Evaluación con fotogrametría para el análisis de la Infraestructura vial urbana, Av. Ucrania del distrito de Nueva Cajamarca- San Martín.

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

AUTOR

Elvia Ramos Ruiz

REVISOR

Christian Edward Ríos Paredes

Rioja, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	ELVIA
Apellidos	RAMOS RUIZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	71590933
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	CHRISTIAN EDWAR
Apellidos	RIOS PAREDES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	43164616
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-6880-7009

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	Dron, Fotogrametría, Análisis del pavimento, Fallas
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 043-2023-UCSS-FI/TPICIV

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Los Olivos, 30 de mayo de 2023

Siendo el día jueves 18 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

“Evaluación con fotogrametría para el análisis de la Infraestructura vial urbana, Av. Ucrania del distrito de Nueva Cajamarca- San Martín”

Presentado por la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca:

RAMOS RUIZ, ELVIA

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. LAURENCIO LUNA, VILMA MÓNICA

Ing. CANTA HONORES, JORGE LUIS

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

APROBADO

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue a la Bachiller RAMOS RUIZ, ELVIA el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,



LAURENCIO LUNA, VILMA MÓNICA
Evaluador especialista 1



CANTA HONORES, JORGE LUIS
Evaluador especialista 2

Anexo 2**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

Manuel Ismael Laurencio Luna

Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: “**Evaluación con fotogrametría para el análisis de la Infraestructura vial urbana, Av. Ucrania del distrito de Nueva Cajamarca- San Martín**”, presentado por RAMOS RUIZ, ELVIA con código 2014101756 y DNI 71590933 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 8%**. * Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C.R.P.', is positioned above a horizontal line.

Christian Edwar Rios Paredes
Docente Revisor
DNI N° 43164616
ORCID: 0000-0002-6880-7009
Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación fue determinar si el uso de fotogrametría mejora el proceso de análisis del estado de la infraestructura vial, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín. Por ende, este estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva, aplicada, tiene un enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental debido que se centra en la medición y se ha trabajado con representaciones numéricas de los datos recopilados en campo. Además, se ha utilizado una muestra no probabilística conformada por 1 km, el cual fue dividido en 20 unidades de muestra. Por consiguiente, los resultados obtenidos son: se evidencia las ventajas de usar el equipo dron DJI Phantom 4 Pro V2 para la evaluación de fallas superficiales en pavimentos; con la fotogrametría se logró identificar los distintos tipos de fallas como grieta de borde, desnivel de carril, desprendimiento de agregados, huecos y parcheo; se logró determinar el estado del pavimento para todo el tramo de estudio donde se obtuvo un valor promedio de PCI igual a 68 y según la clasificación de rangos de la metodología PCI lo califica como Bueno. Por lo tanto, se determinó que el uso de la fotogrametría mejoró el procedimiento de análisis en cuanto a mejor tiempo, precio y calidad.

Palabras claves: Dron, Fotogrametría, Análisis del pavimento, Fallas.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine whether the use of photogrammetry improves the process of analyzing the condition of the road infrastructure, Ukraine-Nueva Cajamarca-San Martin Avenue. Therefore, this study is framed within a descriptive, applied research, has a quantitative approach and a quasi-experimental design because it focuses on measurement and has worked with numerical representations of the data collected in the field. In addition, a non-probabilistic sample of 1 km was used, which was divided into 20 sample units. Consequently, the results obtained are: the advantages of using the DJI Phantom 4 Pro V2 drone equipment for the evaluation of surface pavement failures are evident; with the photogrammetry it was possible to identify the different types of failures such as edge cracking, lane unevenness, aggregate detachment, voids and patching; it was possible to determine the pavement condition for the entire study section where an average PCI value equal to 68 was obtained and according to the classification of ranges of the PCI methodology it qualifies it as Good. Therefore, it was determined that the use of photogrammetry improved the analysis procedure in terms of better time, price and quality.

Key words: Drone, Photogrammetry, Pavement analysis, Failures.

ÍNDICE

CARÁTULA

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

1. INTRODUCCIÓN	7
2. TRAYECTORIA DEL AUTOR	9
2.1. Descripción de la empresa/ Institución (donde labora o laboró).....	9
2.2. Organigrama de la empresa.....	10
2.3. Áreas y funciones desempeñadas.....	10
2.4. Experiencia profesional realizada en la organización.....	12
3. PROBLEMÁTICA	14
3.1. Planteamiento del problema.....	14
3.2. Determinación del problema.....	16
3.3. Objetivo general.....	16
3.4. Objetivos específicos	16
3.5. Justificación.....	17
3.6. Alcances y limitaciones.....	18
4. MARCO TEÓRICO.....	20
4.1. Antecedentes bibliográficos	20
4.2. Bases teóricas	23
4.2.1. Fotogrametría	23
4.2.2. Análisis de la infraestructura vial.....	28
4.3. Definición de términos.....	33
5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	35
5.1. Metodología de la solución	35
5.2. Desarrollo de la solución.....	36
5.3. Factibilidad técnica-operativa	46
5.3.1. Factibilidad Técnica	46
5.3.2. Factibilidad Operativa.....	49

5.4. Cuadro de inversión	50
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	52
6.1. Análisis costos-beneficio	63
7. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA/ INSTITUCIÓN	65
8. CONCLUSIONES	66
9. RECOMENDACIONES	69
10. REFERENCIAS	71
11. ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas del dron ala rotatoria.	26
Tabla 2 Ventajas y Desventajas del dron ala fija.....	27
Tabla 3 Rango y clasificación del estado superficial del pavimento.....	30
Tabla 4 Tipos de fallas en el pavimento flexible.....	32
Tabla 5 Niveles de severidad de las fallas.	33
Tabla 6 Ubicación Geográfica del área de estudio.	36
Tabla 7 Características del dron DJI Phantom PRO V2.0.....	38
Tabla 8 Diferencias entre la fotogrametría e inspección visual.....	45
Tabla 9 Características del equipo portátil.	47
Tabla 10 Características del equipo Workstation.	48
Tabla 11 Presupuesto Evaluación de la condición del pavimento con dron.	50
Tabla 12 Características de un equipo adecuado para el levantamiento fotogramétrico.	53
Tabla 13 Tipos de fallas identificadas en la fotogrametría.....	55
Tabla 14 Diferencias entre la fotogrametría e inspección visual.....	56
Tabla 15 Identificación de tipos de fallas con inspección visual.....	57
Tabla 16 Distribución porcentual de las fallas identificadas en el área de estudio.	58
Tabla 17 Índice de Condición del Pavimento de la vía asfáltica Av. Ucrania- Nueva Cajamarca.	62
Tabla 18 Análisis de costo y beneficio.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa Ingeniería y Desarrollo Leyva S.A.C.....	10
Figura 2 Dron de ala rotatoria.	26
Figura 3 Dron de ala fija.....	27
Figura 4 Estructura del pavimento.	29
Figura 5 Vista panorámica de la ubicación del área de estudio.	37
Figura 6 Dron Phantom 4 Pro V2.0 y Ipad 5 mini.	38
Figura 7 Ortofotos obtenidas con el Dron Phantom.....	40
Figura 8 Ortofoto del tramo de estudio.	40
Figura 9 Fallas identificadas con fotogrametría.	41
Figura 10 Interferencias de los árboles en la vía.	42
Figura 11 Medición de profundidades de las fallas huecos.....	43
Figura 12 Falla piel de cocodrilo.....	43
Figura 13 Procesamiento de información en el software EvalPav.....	44
Figura 14 Procesos para la evaluación de pavimentos con levantamiento fotogramétrico.	45
Figura 15 Fallas identificadas en la fotogrametría.	54
Figura 16 Fallas registradas durante la evaluación de la infraestructura vial.	55
Figura 17 Porcentaje de fallas identificadas con fotogrametría e inspección visual.....	58
Figura 18 Severidad de fallas detectadas con fotogrametría.	59
Figura 19 Severidad de fallas detectadas por inspección visual.....	60
Figura 20 Porcentaje de severidad determinado con fotogrametría e inspección visual.	61
Figura 21 Condición del pavimento en el tramo de estudio.....	63
Figura 22 Planificación de vuelo y evaluación del equipo en gabinete.	75
Figura 23 Fallas identificadas en la fotogrametría.	75
Figura 24 Personal en campo realizando el vuelo drone.....	76
Figura 25 Procesamiento de fotografías aéreas en softwares fotogramétrico.....	76
Figura 26 Creación de nube densa de puntos.	77
Figura 27 Fallas longitudinal identificadas por inspección visual.	77
Figura 28 Falla grieta parabólica identificada en campo.....	78
Figura 29 Fallas piel de cocodrilo identificadas en campo.	78

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las vías de comunicación juegan un papel muy importante ya que intercomunican diferentes lugares tanto nacionales como locales mejorando el tiempo de viaje, la seguridad, la economía y el desarrollo de los pueblos. Por lo tanto, es muy importante conocer las condiciones en las que se encuentran ya sea para su mantenimiento u mejoramiento.

Por ende, dicho informe de trabajo de suficiencia profesional tiene por finalidad de proponer nuevas tecnologías para la evaluación del estado superficial de la infraestructura vial mediante levantamiento fotogramétrico y está basado en once capítulos de manera en que se detallan a continuación:

En el capítulo uno se desarrolla la introducción donde se dará a conocer la información general y el contenido de cada capítulo desarrollado en el presente trabajo de suficiencia profesional.

En el capítulo dos se presenta la trayectoria del autor donde se ha desempeñado en diversas funciones de la empresa correspondiente al tiempo de experiencia laboral en proyectos de ingeniería civil.

En el capítulo tres se indica la realidad problemática a nivel internacional, nacional, regional y local de los causales o eventos que influyen en el estado de las infraestructuras viales. Además, se ha realizado la formulación del problema, objetivo general y específicos, justificación y finalmente el alcance y limitaciones para el presente estudio.

En el cuarto capítulo se presenta el marco teórico donde esta los antecedentes que contienen información base a cerca del uso de los drones para el levantamiento de daños superficiales en el pavimento. Asimismo, las bases teóricas que son fundamentos para el desarrollo del presente proyecto y las definiciones de los términos que está relacionado a las palabras técnicas dentro de este informe.

En el capítulo cinco está basado en la metodología de solución en los cuales se ha considerado para el desarrollo de los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, teniendo en cuenta los materiales, equipos y recursos humanos.

En el capítulo seis se presentan el análisis de resultados para cada objetivo formulado en el proyecto que se ha culminado con el proceso de desarrollo de la presente investigación y explicando las ventajas de realizar levantamientos fotogramétricos para la evaluación de pavimentos.

En el capítulo siete se ha mencionado los aportes más destacables; como profesional el aporte generado es conocer de cerca el uso de drones, uso de nuevos softwares y como producto del desarrollo del proyecto mi aporte ha sido al entorno social debido a que se benefician los usuarios de la infraestructura vial.

En el octavo capítulo se muestran las conclusiones a las que se ha llegado a obtener basado a la realidad problemática y la metodología del proyecto de investigación cumpliendo con todos los objetivos propuesto en el proyecto.

En el noveno capítulo se mencionan las recomendaciones adicionales que se debe tener en cuenta para el desarrollo de futuros proyectos como: diseño, procesos constructivos, evaluación, entre otros ya sea en entidades públicas y privadas.

Finalmente, en el capítulo diez se presentan las referencias bibliográficas que están basadas a los autores, normativas, reglamentos, y libros que se ha utilizado la información para el presente informe. Asimismo, en el capítulo once se presentan los anexos del proyecto donde se encuentra la información que ha sido recopilada, procesada y evaluada los cuales son fichas de datos, procesamiento mediante softwares, planos, paneles fotográficos, entre otros.

2. TRAYECTORIA DEL AUTOR

2.1. Descripción de la empresa/ Institución (donde labora o laboró)

Ingeniería y Desarrollo Leyva S.A.C. con RUC N° 20604373574 con dirección legal en Jr. Dos de Mayo Nro. 109 (Espaldas de la Plazuela Bolognesi) distrito y provincia de Moyobamba y región San Martín. Es una empresa que surge ante la necesidad de impulsar el bienestar y desarrollo social formulando y ejecutando proyectos de inversión pública y privada, manteniendo un alto compromiso con el progreso personal y profesional de sus colaboradores y manteniendo los estándares de calidad acordes al requerimiento en cada situación problemática; cultivando en el proceso sus valores éticos corporativos de legalidad, justicia y responsabilidad.

La empresa viene realizando consultorías relacionadas al abastecimiento de agua y servicio de saneamiento en diversas localidades, construcción de locales comerciales; así como mantenimiento viales que brindan una mejor calidad del transporte; asimismo viene trabajando en la aplicación de metodologías de trabajo modernas como BIM, LEAN CONSTRUCTION, SCRUM y KANBAM para lograr optimizar procesos, reducir costos al cliente y preparar a sus colaboradores en los marcos de trabajo acordes al avance de la tecnología.

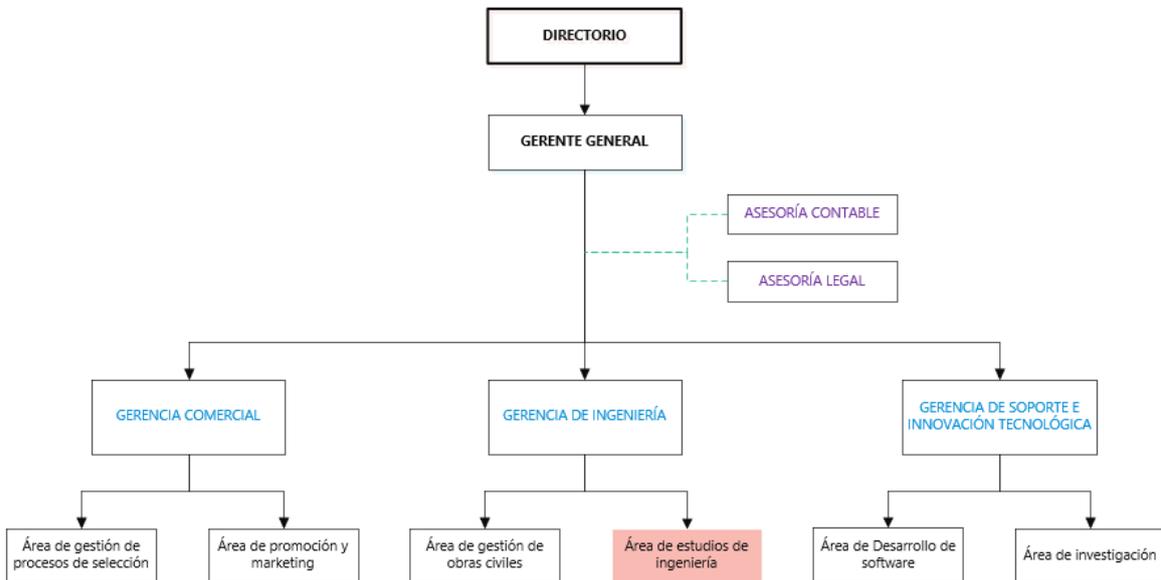
MISIÓN: “Vincular el rol del ingeniero al desarrollo social y económico del país.”

VISIÓN: “Ingeniería y Desarrollo Leyva S.A.C. es una compañía sólida y socialmente responsable con personal calificado capaz de afrontar proyectos de diversa índole a nivel regional y nacional, comprometida con la sostenibilidad ambiental y desarrollo de las comunidades”.

2.2. Organigrama de la empresa

Figura 1

Organigrama de la empresa Ingeniería y Desarrollo Leyva S.A.C.



Nota. Elaboración propia.

2.3. Áreas y funciones desempeñadas

La empresa Ingeniería y Desarrollo Leyva S.A.C. cuenta con diversas áreas funcionales donde se desarrolla un conjunto de actividades y procesos relacionados con la finalidad de cumplir los objetivos organizacionales de la empresa. Por ende, como profesional colaborador de la ingeniería las funciones desempeñadas en el área de estudios de ingeniería son las siguientes:

- Elaborar, diseñar y evaluar proyectos civiles incluyendo la formulación de expedientes técnicos de carreteras, sistemas de agua y saneamiento urbano y rural, canales de riego, defensas ribereñas, obras hidráulicas, edificios, instituciones educativas, locales comerciales, considerando las normativas vigentes para cada tipo de proyecto.
- Realizar informes de estudios básicos de los proyectos de inversión tales como: estudios topográficos, estudios hidrológicos, hidráulicos, estudios de mecánica de

suelos, estudio de impacto ambiental, informe de evaluación de riesgos, entre otros según la naturaleza del proyecto.

- Apoyo para la realización de levantamientos topográficos planimétricos y altimétricos utilizando equipos como dron, GPS diferencial, entre otros.
- Revisar, interpretar y aprobar las topografías o trabajo de diseño civil.
- Procesamiento de superficies y elaboración de planos topográficos en softwares AutoCAD civil 3D.
- Dibujante CAD en la elaboración de planos por cada especialidad (arquitectura, estructuras, hidráulica, instalaciones eléctricas, entre otros).
- Diseño y modelamiento 3D en diferentes softwares (Revit) de las diferentes estructuras planteadas en los proyectos de inversión.
- Estimar costos de recurso humanos, materiales y equipos, así como el tiempo de gestión requeridos para la elaboración y ejecución de los trabajos.
- Asistencia de supervisión en proyectos viales.
- Participación en la inspección a diferentes obras (mejoramiento de calles y carreteras, obras de arte).
- Elaboración de informes mensual de avance de obra, valorizaciones y liquidaciones de obra.

2.4. Experiencia profesional realizada en la organización

La experiencia desarrollada como profesional de la ingeniería dentro de la empresa Ingeniería y Desarrollo son las siguientes:

Actividades desarrolladas en gabinete:

- Se realizó la elaboración de diferentes expedientes técnicos como carreteras, sistemas de agua y saneamiento urbano y rural, edificios, canales de riego, defensas ribereñas, obras hidráulicas, donde se realizó las actividades de dibujo de planos (Autocad, Civil 3D), metrado y cuantificación de las estructuras planteadas para cada proyecto (Excel), elaboración de la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, programación de obra (Ms- Project), presupuestos de obra (S10, RW7+).
- Se ha elaborado informes de los estudios básicos para cada proyecto: topográficos, hidrológicos, hidráulicos, estudios de mecánica de suelos, estudio de impacto ambiental, informe de evaluación de riesgos donde se ha desarrollado las actividades de procesamiento de datos, esquemas, mapas, recabar información de las normativas de acuerdo al proyecto con el propósito de conocer las particularidades del terreno en el que se va ubicar el proyecto, los riesgos a los cuales estará expuesto y de esa manera considerarlo para el diseño y procedimiento del proyecto de construcción, obtener diseños más completos, con un mejor alcance económico y su tiempo de ejecución.
- Se realizó el procesamiento de superficies y elaboración de planos topográficos en softwares AutoCAD civil 3D para proyectos de sistemas de agua y saneamiento, canales, carreteras, defensas ribereñas, donde se ejecutó las actividades de trazo de eje, perfiles del terreno, secciones transversales del terreno, obtención de planos topográficos.
- Se realizó el diseño y modelamiento en el software Revit para proyectos de instituciones educativas y edificaciones con la finalidad de obtener los planos, metrados y costos del proyecto.

- Se participó en las actividades de metrados y presupuesto del proyecto donde se realizó con la finalidad de conocer el costo por cada estructura.
- Además, se ha realizado la elaboración de informes mensual de avance de obra, valorizaciones y liquidaciones de obra. Apoyo en los trámites administrativos y físicos durante la ejecución de obras en proyectos de mantenimientos de carreteras.

Actividades de campo

- Se realizó las vistas en campo conjuntamente con el personal especializado para obtener la información básica de los diferentes proyectos de inversión; carreteras, sistemas de agua y saneamiento urbano y rural, canales de riego, defensas ribereñas, obras hidráulicas, edificios, instituciones educativas, locales comerciales, con la finalidad de conocer la ubicación del terreno, estado situacional, población beneficiada, situación demográfica, condiciones económicas, ubicación de las estructuras planteadas, reuniones, entre otras actividades que son vitales para el inicio del desarrollo de los proyectos de ingeniería.
- Se brindó apoyo para levantamientos topográficos planimétricos y altimétricos utilizando equipos como dron, GPS diferencial para proyectos de canales, carreteras, obras hidráulicas, donde se realizó las actividades (apoyo en la monumentación de puntos geodésicos, BM's, colocación del "rover" para la toma de datos topográficos).
- Se participó en la asistencia de supervisión para proyectos viales, con la finalidad de supervisar las diferentes etapas de construcción para garantizar las especificaciones del proyecto y este cumpla con su vida útil.
- Se realizó la evaluación de las condiciones de carreteras, calles donde se participó en la recolección de información de campo (estado actual, ancho, tipo de estructura) con la finalidad de brindar la información requerida de manera clara, precisa a las entidades competentes.

3. PROBLEMÁTICA

3.1. Planteamiento del problema

Una carretera en mal estado trae consigo dificultades para el desarrollo del territorio, debido a diferentes factores que intervienen en el desgaste de la estructura del pavimento a lo largo de su periodo de funcionamiento, generando malestar a la población, accidentes, enfermedades, disminución de la vida útil de los vehículos, entre otros. Además, la falta de mantenimiento de las carreteras afecta de manera directa a los automovilistas y a la seguridad vial y a lo largo del tiempo se generan sobrecostos para el mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de la infraestructura vial. Por otro lado, existen diferentes metodologías que se usan en el ámbito internacional para evaluar la condición de las vías y carreteras e identificar el tipo de fallas tanto funcionales y estructurales presentes en la infraestructura vial; sin embargo, ante la carencia de normativas nacionales, las entidades competentes no se orientan a realizar una eficiente gestión de este tipo de infraestructura vial que utilicen como insumo un estudio de diagnóstico de fallas.

En el Perú según información recopilada de los últimos años de la red vial existente está conformada por: Red Vial Nacional que cuenta con una extensión total de 27, 124 km, de los cuales 26,529 km están con algún tipo de pavimento y el 2,23% de la no pavimentada se encuentra en mal estado; En cuanto a la Red Vial Departamental se tiene un total 20, 198 km de vía, estando pavimentado el 37,8% de los cuales el 31,0% de la no pavimentada se encuentra con un inadecuado nivel de servicio; En cuanto a las vías Vecinal o Rural solo el 2,1% se encuentra pavimentado y la mayoría de carreteras de este tipo se encuentran en pésimas condiciones (MTC,2021). Por ende, en el transcurso de los años se han aumentado las inversiones en la infraestructura vial, sin embargo, no son suficientes para cerrar con la brecha de las vías que se encuentran en malas condiciones.

En la región San Martín existen una gran cantidad de carreteras con tratamiento superficial asfáltico y que estas se encuentran en mal estado debido a diferentes factores que intervienen en el debilitamiento de la estructura del pavimento, generando malestar a la población, accidentes, enfermedades, entre otros. Además, se generan sobrecostos para el mantenimiento y rehabilitación de la plataforma.

El distrito de Nueva Cajamarca presenta un clima subtropical y húmedo, durante el año se presenta constantes precipitaciones pluviales; el cual interviene en el mal estado de la infraestructura vial de la Av. Ucrania, generando diferentes tipos de fallas. Por ende, de no optarse por un método adecuado para la evaluación de la carretera de una manera más rápida, hace que la plataforma de la vía se siga deteriorando y generando malestar a los transeúntes y mayores costos para su rehabilitación.

Por ende, hoy en día los equipos de topografía han ido desarrollándose a través del tiempo y gracias a ello, es posible obtener metrados y planos más precisos que permiten realizar una identificación de la condición del pavimento de las vías; sin embargo, en la actualidad, se ha ido desarrollando de manera paralela la tecnología de los drones, sistemas que permiten capturar la realidad en escala adecuada a través de ortofotos georreferenciadas de alta resolución, en las cuales resulta más ágil realizar un proceso de identificación de las fallas en las superficies asfálticas y facilitar el trabajo a ingenieros, técnicos que se encargan de la conservación vial y tener un uso adecuado de los recursos humanos, financieros y materiales.

La empresa Ingeniería y Desarrollo Leyva S.A.C. ha venido desarrollando proyectos que conciernen a infraestructura vial, por ende, ante la problemática de realizar el levantamiento de información de las fallas del pavimento por medio de la inspección visual y teniendo en cuenta el tiempo de demora para obtención de información que según Cruz y Gutiérrez, (2019) estiman el avance de 500 metros de longitud de vía para el tiempo de 01 día para la obtención de información mediante metodologías tradicionales.

De acuerdo con lo anterior, la empresa viene implementando nuevas tecnologías para el desarrollo y ejecución de los proyectos y como alternativa de mejora se plantea el levantamiento de información de las fallas superficiales del pavimento mediante fotogrametría, lo cual nos permite obtener imágenes georreferenciadas de alta resolución, que permita digitalizar las fallas localizadas en la superficie, conociendo de esta manera su ubicación, dimensiones, tipo, y otras características que serán descritas utilizando fichas para la recopilación de información y finalmente se organizará en láminas.

3.2. Determinación del problema

Problema principal

¿Cómo la evaluación con fotogrametría permitirá el análisis del estado de la infraestructura vial urbana Av. Ucrania- Nueva Cajamarca- San Martín?

Problemas secundarios

¿Cuál es el equipo adecuado para la realización de fotogrametría para el análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín?

¿Cómo la fotogrametría permitirá identificar las fallas superficiales durante el análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín?

¿Cuál es la diferencia entre la fotogrametría y la inspección visual durante el análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín?

3.3. Objetivo general

Determinar si el uso de fotogrametría mejora el proceso del análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín.

3.4. Objetivos específicos

Determinar el equipo adecuado para realizar la fotogrametría para el análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín.

Determinar si la fotogrametría permitirá la identificación de tipos de fallas durante el análisis del estado de la infraestructura vial, Av. Ucrania, Nueva Cajamarca, San Martín.

Evaluar la diferencia entre la fotogrametría y la inspección visual para el análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín.

3.5. Justificación

El presente trabajo de suficiencia profesional se basa en una justificación teórica ya que para su desarrollo se ha utilizado información de fuentes como la Ley N° 30740 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) que regulariza los permisos y usos de los drones, Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), del mismo modo se fundamenta en libros, artículos, manuales, guías que indican los protocolos que es importante conocer antes de realizar un plan de vuelo, dentro de las cuales se tiene: regulación del equipo, limpieza de cámara, altura máxima, cálculo de la distancia de muestreo del suelo, zonas restringidas, clima, baterías, entre otros que son vitales para el desarrollo del presente proyecto.

Además, dentro del desarrollo del presente proyecto se ha utilizado la metodología exploratoria ya que se ha realizado el recorrido por todo el tramo de estudio; asimismo, se ha considerado un método cuantitativo debido a que se centra en la medición y son de carácter confirmatorio y se van a trabajar con representaciones numéricas de los datos recopilados en campo (progresivas, coordenadas, áreas, longitudes, entre otros) a través de la fotogrametría; también se justifica de manera descriptiva por lo que se ha identificado los tipos de fallas y cualitativa porque se ha obtenido la severidad de cada falla ya sea alta, media y baja, además de la obtención de la condición del pavimento de fallado a excelente. Por lo mencionado se ha empleado estas metodologías que permitirán obtener mayor información adecuada para una valoración correspondiente de la estructura en la ciudad de Nueva Cajamarca.

De la misma forma, el presente proyecto está basado en el fundamento práctico por lo que se ha obtenido el permiso para el vuelo dron, se ha realizado Checklist previa al vuelo, seguidamente se realizó las tomas fotográficas con la cual se ha generado una recopilación de información, posteriormente se realizó el post-procesamiento en el software fotogramétrico para obtener el ortomosaico y eliminar las interferencias (personas, carros); luego se ha cargado al software ArcGIS y civil 3D para la

identificación de los daños en el pavimento se hizo se ha utilizado la metodología PCI donde nos brinda información detallada para la evaluación del pavimento.

Además, tiene relevancia social porque los beneficiarios directos de la infraestructura vial serán los transeúntes, conductores y propietarios de chacras, viviendas que se encuentran paralelos a la infraestructura vial Av. Ucrania-Nueva Cajamarca; por ende, para conocer la condición del pavimento se debe de realizar la evaluación de las diferentes fallas del pavimento en estudio. También, esta investigación se realizó con la finalidad de propiciar el uso de nuevas tecnologías con el propósito de determinar los procedimientos más céleres y eficientes para el análisis de la condición de infraestructuras viales, lo cual la información obtenida del dron puede ser utilizadas por alguna entidad en otros trabajos específicos que se encuentren cercanas a la zona de estudio y beneficien a la comunidad.

3.6. Alcances y limitaciones

Considerando el planteamiento de los problemas y los objetivos propuestos en el presente proyecto esta investigación se desarrollará bajo el siguiente alcance:

El alcance del proyecto abarca los trabajos realizados en campo y gabinete para la evaluación superficial del pavimento de las cuales fueron; se definió el día y hora donde el cielo este despejado, se optó una hora donde haya menos tránsito, se inspeccionó el tramo de estudio e identificó las áreas donde se va realizar el vuelo, se ha empleado el equipo Dron Phantom 4 pro V2.0 multirotor para la obtención de la base de datos de campo y para cumplir con los objetivos del proyecto se empleó metodologías, softwares (ArcGis, Excel, Autocad Civil 3D, EvalPav), donde se obtuvieron los valores de la condición de la infraestructura vial Av. Ucrania, Nueva Cajamarca.

Considerando el trabajo planteado se limita al análisis superficial de la estructura del pavimento. Además, las limitaciones presentadas durante la ejecución del presente proyecto de investigación son las siguientes:

Tráfico: Debido a que la estructura es una vía principal y hay tráfico frecuente que dificulta la toma fotos mediante el dron y el personal técnico está expuesto a los peligros en la vía durante la recolección de la información.

Altura de vuelo: El desarrollo de la fotogrametría queda limitada a una altura de vuelo que deberá superar alturas de antenas, postes de luz, edificaciones que a su vez permita ser controlado por el radio control.

Árboles: En los márgenes de la infraestructura vial se encuentra la existencia de árboles de altura mayores a 20 m los cuales que generan sombra y cubren parte de la vía.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes bibliográficos

Flores, (2022) desarrolló la investigación: “Evaluación del uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales en el pavimento”, en la Universidad Santo Tomás -Bogotá. El cual tuvo por objetivo evaluar el uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales del pavimento. Por tal motivo, realizó una investigación de tipo cuantitativo, donde para la obtención de datos lo realizó con el dron VANT DJI Phantom 4, fichas establecidas por las metodologías PCI y VIZIR y para el procesamiento lo realizó mediante equipo computo, software fotogramétrico y el software Civil3D y mediante la aplicación de las metodologías PCI y VIZIR, identificó y analizó la vía Siberia en un tramo de 1+000 km en un ancho de calzada de 6.5 m, con una unidad de muestreo de 35.4 m de longitud de 40 metros. Por lo tanto, los resultados fueron: de la comparación realizada de los datos de campo con la metodología PCI se obtuvo valor de 43.072 e inspección visual el valor obtenido es 40.672 obteniendo una diferencia de 2.4 del valor PCI dando la condición del pavimento en estado regular y mediante la evaluación, comparación de la metodología VIZIR e inspección visual se obtuvo Índice de deterioro superficial (IS) de diferencia de 2 que lo cataloga a la vía como Marginal. En conclusión, la investigación arrojó resultados favorables para registrar las patologías del pavimento con el método alternativo de la aplicación de drones o VANT y asimismo afirma que los resultados que han sido obtenidos mediante el sistema aéreo y la inspección son similares en la identificación de fallas y dimensiones de estas.

Vargas, (2019) en su trabajo de investigación titulado: “Análisis comparativo de la inspección visual de un pavimento flexible, por los métodos tradicional y por sensores remotos en un kilómetro de la calle séptima en el municipio de Cajicá Cundinamarca”, en la Universidad Militar Nueva Granada. Tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo mediante sensores remotos y el método tradicional de un kilómetro de pavimento flexible de la calle 7 en el municipio de Cajicá. En su investigación empleó la metodología de método comparativo. Para la recopilación de datos lo realizó mediante inspección visual utilizando formatos de evaluación de fallas y el uso de dron DJI PHANTON 3 Estandar elevado a una altura de 150-300 pies y en gabinete se ha realizado

la depuración y análisis de ambas alternativas. Según los resultados obtenidos por el autor el costo para la evaluación por el método tradicional es de \$214.200 mientras que implementando el uso del dron es de \$429.950 de manera que estos se incrementan el doble y considerando el tiempo para ambos métodos la inspección visual lo realizo en 7 horas y con el vuelo de dron lo realizo en 1 hora obteniendo una diferencia de 6 horas de demora en un tramo de 1km; además con respecto a los materiales y personal es complicado contar con personal calificado para la operación del dron, mientras que para el método tradicional basta con conocimientos en pavimentos; de acuerdo a la calidad el dron es excelente debido a que brinda mayor información de las patologías y complicaciones en el terreno por lo que no es posible en el método tradicional apreciar esto. Por ende, el autor concluye que para la evaluación de patologías en pavimentos el mejor método es el tradicional debido a que requiere de menos requisitos y cumple con las expectativas y se debe considerar que los resultados varían de acuerdo al lugar, longitud de tramo, condiciones climáticas, equipo de trabajo, entre otros.

Cárdenas, (2022) efectuó el estudio denominado: “Uso del dron phantom 4 pro v2.0 para optimizar la evaluación funcional del pavimento asfáltico en la carretera TA-605, distrito de Inclán, Tacna – 2022”, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. Tuvo como objetivo optimizar la evaluación funcional del pavimento asfáltico el Dron Phantom 4 Pro V2.0 de los valores obtenidos del PCI en la carretera TA-605, distrito de Inclán, Tacna-2022. Por esa razón, la investigación realizada corresponde a un tipo aplicada de nivel descriptivo. La recolección de información se realizó mediante fichas de observación y el instrumento utilizado es Dron Phantom 4 Pro V2.0, tomando como base la información de campo, ejecutó el procesamiento de datos teniendo en cuenta la metodología del Índice de Condición del Pavimento en un ancho de calzada de 6.60m, con una unidad de muestra de longitud de 35m donde analizó 79 muestras en una longitud de vía de 2.75km. Los resultados obtenidos fueron: de acuerdo a la evaluación con la metodología PCI, 14 unidades de muestra en toda la vía de estudio arrojó un valor del PCI igual a 22.13%, calificando como un estado del pavimento MUY MALO. Además, comprobó la condición del pavimento con el uso de Dron Phantom 4 pro V2.0 y el método PCI, con las 14 unidades de muestreo, el cual obtuvo el valor de 16.81%, correspondiendo este valor a una condición del pavimento MUY MALO. En conclusión, el estudio permitió identificar fallas en el pavimento como: huecos, baches,

piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados, para desarrollar planos y determinar la cantidad, tipo y severidad de las mismas, mediante la utilización de Dron Phantom 4 pro V2.0, logrando optimizar el proceso de evaluación a través del método PCI de manera fiable y célere.

Cubas, (2021), en su trabajo de investigación denominado: “Uso de un dron para optimizar la evaluación superficial del pavimento flexible por el método PCI en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021”, en la Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. Planteó el objetivo determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimizará la evaluación superficial del pavimento flexible por el método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima-2021. Por esa razón, realizó una investigación de enfoque cuantitativo y según su alcance el estudio es correlacional y en cuanto a su diseño considera cuasi-experimental. el estudio se realizó en una longitud de 1.5 km, los cuales han sido tomadas 18 unidades de muestreo. La recolección de datos se utilizó Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0, ondómetro de falla, formatos de inspección, y para el procesamiento se realizó con el software Pix 4D Mapper y el análisis con el software Civil 3D. Por lo tanto, los resultados fueron: realizado la evaluación de las fallas de manera indirecta con la aplicación de Dron DJI Phantom 4 Pro.V2.0 obteniendo un valor de PCI de 61 y de forma directa con método convencional obteniendo un valor de 59 el cual la diferencia es de 2 clasificando al pavimento como estado Bueno. Asimismo, afirma la confiabilidad de un 95% debido a que no existe diferencia significativa entre ambos métodos. En cuanto al tiempo que se requirió por ambas metodologías, para la inspección de manera directa se realizó en dos días mientras que a través de un plan de vuelo con dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 se requirió de 18.4 minutos. Además, hace referencia a los materiales que para el método convencional se utilizan más equipos en cambio el dron es 10 veces más útil y con respecto a la comparación de costo de ambos métodos el costo de la evaluación convencional es de S/ 946.44 y mediante la evaluación con dron es de S/ 677.24 por lo que con el uso del dron el costo reduce a un 28%. En conclusión, la confiabilidad de usar dron Phantom 4 Pro V2.0 respecto al método convencional es del 95% debido a que hay mucha similitud en los resultados. El tiempo reducido con el uso del dron es en un 35% y el costo en un 28 % con respecto al método convencional.

Cornejo y Valle, (2018) desarrolló la investigación titulada: “Metodología para el uso de imágenes de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) para la evaluación de la condición del pavimento en la carretera tramo Huancayo – Izcuchaca km 162+000 al km 163+000”, en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Tuvo como objetivo evaluar la condición superficial del pavimento en la carretera Huancayo-Izcuchaca a través del procesamiento digital de imágenes con Sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS). Por consiguiente, la investigación es de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo y de acuerdo a las características de su investigación menciona que es un estudio descriptivo No Experimental. Para la obtención de los datos se utilizaron los equipos Dron Hexacoptero V6, cámara digital, receptor GNSS, laptop y wincha y para el procesamiento e identificación de fallas lo realizó con el programa Envi 5.0., ArcGIS 10.5 y para el análisis lo realizó de manera automatizada con el software UnalPCI; el estudio se realizó en una longitud de 1+000 km, los cuales han sido tomadas 55 unidades de muestreo. En resumen, los resultados obtenidos en su investigación son: El área de vía asfaltada de la investigación es de 5 903 m² de los cuales el área de vía dañada por patologías superficiales es de 358.74 m² que significa que el 6.08% es el porcentaje de vía dañada, de los cuales las fallas más comunes encontradas son piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales. Finalmente concluye que las imágenes tomadas por un sistema de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) fue de gran ayuda para la identificación fallas considerando que para el cálculo de la condición de la carretera se realizó con el software UNALPCI en el cual se obtuvo un valor de 69 y clasifica a la carretera como Bueno según el rango de calificación del PCI.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Fotogrametría

La fotogrametría es una técnica que tiene como finalidad estudiar, definir de manera precisa la forma, dimensiones, ubicación en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando medidas hechas en fotografías aéreas. (Bonneval, 1972)

Además, se puede definir como la ciencia que a través de fotografías aéreas permite obtener mapas, planos y modelos tridimensionales.

Quirós, (2014) menciona que la fotogrametría con dron permite obtener información del relieve de la superficie terrestre, y no interpreta fenómenos si no que por medio de las mediciones en las fotografías se puede generar planos y mapas de gran exactitud.

4.2.1.1. Ramas de la fotogrametría

Existen tres tipos de fotogrametría de manera en que se detalla a continuación:

- Se denomina **fotogrametría aérea** al conjunto de fotografías secuenciales que se adquieren mediante un medio de transporte aéreo.
- La **fotogrametría terrestre** se denomina así debido a que el eje óptico de la cámara es paralelo al plano horizontal del terreno y este tipo utiliza fotografías que son captadas con cámaras ubicadas en el terreno.
- Se denomina **fotogrametría satelital** a las imágenes utilizadas que son obtenidas a partir de satélites que tienen un conjunto de sensores digitales que describen el comportamiento de las ondas electromagnéticas con respecto al objeto de estudio.

Según Quirós, (2014) menciona que la rama más extendida es la fotogrametría aérea debido que permiten generar mapas y planos de grandes áreas con exactitud y agilidad.

4.2.1.2. Usos de la fotogrametría aérea

De acuerdo a DJI Enterprise, (2021) la fotogrametría proporciona más información en menor tiempo; sin embargo, resulta necesario para algunos trabajos determinados en la ingeniería de los cuales entre las áreas de uso más comunes se incluyen las siguientes:

- **Ingeniería:** La fotogrametría aérea con dron se puede utilizar para crear modelos 3D de edificios y equipos.

- **Construcción:** Se usa la fotogrametría para la topografía de diferentes proyectos debido a que se puede obtener información sobre el terreno del que se está construyendo, entre otros usos.
- **Topografía terrestre:** La fotogrametría también es utilizado por los topógrafos de sectores industriales para comprender la topografía de un terreno.
- **Bienes inmuebles:** Esta técnica ha sido muy utilizado por los agentes inmobiliarios para generar precisos modelos 3D de viviendas en ventas.

4.2.1.3. Equipos para fotogrametría

Con el avance de la tecnología el uso del dron ha contribuido a ser una herramienta indispensable para diferentes tareas. En el caso de drones para fotogrametría ayudan a la recogida de información con imágenes en alta definición y datos más complicados.

Dron

Puerta, (2015) señaló que el dron es un vehículo aerodinámico que tiene características similares a la de un avión. Además, estos equipos son de peso liviano que pueden ser manejados de manera manual, semi automático y automático y cuentan con un alto grado de automatización lo que les permite ejecutar misiones de alta complejidad. Considerando las características de los drones tienen limitaciones como la autonomía, capacidad de carga y no tienen capacidad de soportar las inclemencias del clima.

Tipos de dron

Los drones se clasifican de acuerdo a las diversas variables de sus características:

a) Tipo ala rotatoria

De acuerdo a Vergouw et al. (2016), este tipo de aeronave presenta alas rotatorias y tiene más de una hélice que giran impulsadas por un motor para realizar sus ascensos y descensos verticales, además le permite permanecer fijo en el aire y puede trasladarse a lo largos de los tres ejes. Pueden volar a una velocidad media de 60 km/h y su autonomía máxima es de 40 minutos, además, se clasifican en tricópteros (3 motores), cuadricópteros (4 motores), hexacópteros (6 motores), octacópteros (8 motores).

Figura 2*Dron de ala rotatoria.*

Nota: Se visualiza un dron Cuadricóptero.

Tabla 1*Ventajas y desventajas del dron ala rotatoria.*

Ventajas	Desventajas
Puede permanecer en vuelo fijo en un punto y desplazamiento en los tres ejes.	
Se pueden instalar diferentes sensores (termográficas, cámaras RGB, multiespectrales) y se pueden realizar trabajos de distintos tipos.	Autonomía máxima 30 minutos.
Tienen gran versatilidad y eficacia debido a la facilidad para ser maniobrados y la velocidad para el montaje.	

Nota: ventajas y desventajas tomado de Cruz, (2018).

b) Tipo ala fija

Este tipo de dron presentan características similares a los aviones y son capaces de volar gracias a la acción del viento. Estos son ideales para mapear extensas superficies del terreno y pueden alcanzar hasta 2 horas de vuelo y el área de despegue y aterrizaje debe estar despejada. (Vergouw et al., 2016)

Figura 3*Dron de ala fija.*

Nota: Se visualiza el dron de ala fija.

Tabla 2*Ventajas y Desventajas del dron ala fija.*

Ventajas	Desventajas
Debido a su eficiencia aerodinámica alta los tiempos de vuelo son más largos.	Incapacidad para el vuelo estacionario.
Permite capturar imágenes georreferenciadas a una gran escala, debido a la que cubre grandes áreas de la superficie terrestre y alcanza velocidades de hasta 100 km/h y la duración del vuelo puede durar hasta una hora.	Necesita un área grande sin obstáculos para su despegue y aterrizaje.

Nota: ventajas y desventajas tomado de Cruz, (2018).

4.2.1.4. Distancia de muestreo de suelo en la fotografía aérea y la fotogrametría

Según Flores (2022), la GSD (Grand Sample Distance) conocido por sus siglas en inglés manifiesta que la distancia de muestra de suelo (GSD) es la representación del terreno en pixel que generalmente es representado en centímetros. De la misma manera PIX4D (2019) menciona que la distancia de muestreo del suelo es el intervalo de medido en el suelo entre el centro de 2 pixeles seguidos.

Además, Fiestas y Merino (2020), señalaron que distancia de muestra de suelo (GSD) es un cálculo importante tanto para la fotogrametría como para la fotografía aérea debido a que define cuanto mide el pixel determinando la resolución en nuestra imagen final en estudio.

Por otro lado, Florentino, (2017) indica que la distancia de muestra de suelo (GSD) es una operación matemática para demostrar el tamaño de pixel esperado basándose en una fórmula que influyen ciertas variables como altura de vuelo, distancia focal y parámetros de la cámara.

$$GSD = \frac{HxSwx100}{FRximW}$$

En el cual:

H: Alto de vuelo en metros.

FR: Distancia de enfoque de la cámara en milímetros.

imW: Ancho de la fotografía en pixeles.

Sw: Ancho del sensor de la cámara en milímetros.

4.2.2. Análisis de la infraestructura vial

Según Esteban, (2016) define el análisis de la infraestructura vial, como una serie de procesos que se realizan para evaluar los daños que se encuentran en la vía, lo que permite conocer la condición de este a lo largo de su periodo de servicio.

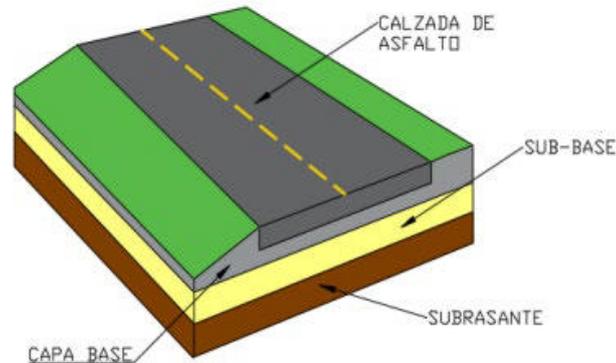
4.2.2.1. Pavimento

El MTC, (2014) precisa que el pavimento es una estructura compuesta por diversas capas que son construidas encima de la subrasante y tiene como finalidad soportar y repartir los diversos esfuerzos que son generados por los diferentes vehículos además permiten tener mayor seguridad y confort para los transeúntes.

De acuerdo al manual de Suelos, Geotecnia, Geología y Pavimentos el este está compuesto por las siguientes capas: subbase, base y capa de rodadura.

Figura 4

Estructura del pavimento.



Nota: Capas que constituyen el pavimento. (Cornejo y Valle, 2018)

- a) **Subbase:** Es una capa de material que se construye con material especificado, un espesor de diseño y tiene como finalidad soportar las cargas de la base y la carpeta de rodadura. Además, se utiliza como controlador del agua y capa de drenaje. La subbase puede ser de material granular ($CBR \geq 40\%$).
- b) **Base:** Esta capa está compuesta por material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) y ubicado al inferior sobre la subrasante y tiene como finalidad soportar, repartir y transferir las cargas que son producidas por el tránsito.
- c) **Capa de rodadura:** Es la plataforma de pavimento que puede ser adoquinado, flexible o rígido, que cumple la función de sostener de manera directa las cargas del tránsito y transmitirlo a las capas inferiores.

El manual de Suelos, Geotecnia, Geología y Pavimentos incluye tres tipos de pavimentos: pavimentos flexibles, rígidos y semirrígidos.

a) Pavimento Flexibles

Es una estructura compuesta por materiales como son agregados, aglomerantes y y en algunas ocasiones aditivos que se encuentran apoyados encima de dos capas no rígidas que son la subbase y la base. Para los pavimentos flexibles se consideran como capa de rodadura asfáltica que están compuestas sobre las capas granulares a los siguientes:

mortero asfáltico, mezclas asfálticas en frío y en caliente, tratamiento superficial bicapa, macadam asfáltico, micro pavimentos, etc.

b) Pavimentos semirrígidos

Estos pavimentos están conformados con capas asfálticas de material bituminoso (base asfáltica y carpeta asfáltica en caliente); asimismo, se denomina pavimento semirrígido a la cobertura asfáltica en caliente que ha sido colocada sobre la base de que ha sido tratada con cemento o cal. Además, los pavimentos adoquinados también han sido incluidos dentro de este tipo de pavimento.

c) Pavimentos Rígidos

Este tipo de pavimento está conformado por una losa de concreto hidráulico que están apoyados sobre una base granular u otro material seleccionado que permiten homogeneizar las características del cimientó de la losa.

4.2.2.2. Metodología del Índice de Condición del pavimento (PCI)

La metodología del Índice de Condición del pavimento (PCI), es una metodología más completa que se realiza mediante la inspección visual y sirve para evaluar y determinar el estado funcional tanto para pavimentos rígidos y flexibles y no requiere de herramientas especializadas durante el proceso de evaluación. Además, la escala de evaluación del método PCI es de 0 a 100 calificando el estado de este de Fallado a Excelente (Vásquez ,2002).

Tabla 3

Rango y clasificación del estado superficial del pavimento.

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

10 - 25	Muy Malo
0 - 10	Fallado

Nota. Adaptado de la norma. (ASTM D6433, 2018)

Fallas en el pavimento

Según Jaramillo et al. (2018) definen las fallas como la consecuencia a la interacción de factores combinados construcción, materiales utilizados, tránsito vehicular y factores climáticos que deterioran de manera progresiva al pavimento. Por otro lado, Corros et al. (2009) dan a conocer sobre las causas de surgimiento de las fallas las cuales son: Incremento de tránsito a las cuales no ha sido diseñado el pavimento, factores climáticos (lluvias intensas), insuficiencia de obras de arte y drenaje y la falta de mantenimientos o rehabilitación de pavimentos.

Además, el Manual de Inventarios Viales (2013), menciona que existen dos tipos de categorías de daños en la calzada: daños superficiales y estructurales. Lo cual los daños superficiales generalmente corresponden a tratamientos simplificados según sea el proyecto como mantenimiento periódico y rutinario, tratamientos superficiales y carpetas finas de concreto asfáltico, etc. y la otra categoría está ligada a la capacidad de carga del pavimento y a la fatiga de la estructura.

Falla estructural: De acuerdo, a Leguía y Pacheco (2016), definen la falla estructural como el desgaste de los materiales que conforman el pavimento debido a que están expuestas a las constantes repeticiones de tránsito que sufren un agrietamiento estructural que está relacionado a la deformación por tracción en la base de las capas que está compuesta el pavimento, por ende, se le denomina falla por fatiga.

Falla superficial: Según Montejo, (2002) define como de deficiencia en la estructura del pavimento que afectan a los transeúntes de tener una mayor seguridad y comodidad.

Tipos de fallas

De acuerdo a la normativa ASTM D6433-03 (2018) la metodología de Índice de Condición del Pavimento (PCI), incluye 19 tipo de fallas para carreteras de pavimento flexible, de manera en que se muestran en la tabla.

Tabla 4

Tipos de fallas en el pavimento flexible.

Nº	Nombre de falla	Unidad de Medida
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parchado y acometidas de servicios públicos	m ²
12	Pulimiento de agregados	m ²
13	Huecos	und
14	Cruce de vía férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grietas parabólicas o por deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Desprendimiento de agregados	m ²

Nota. Adaptado de la norma. (ASTM D6433, 2018)

Nivel de severidad

Para conocer la condición del pavimento de acuerdo a las fallas encontradas es necesario poder determinar el nivel de severidad de cada una de ellas. Por ende, la norma ASTM D6433-03 (2018) menciona que existen tres niveles de severidad de fallas, los

cuales son: Low (bajo), Medium (medio) y High (alto). El nivel de cada falla está ligada a la comodidad del conductor al transitar por la vía. Asimismo, Vásquez (2002) pone como ejemplo, clasificación de nivel de severidad baja a una falla en la estructura del pavimento cuando las vibraciones son insignificantes y no es necesario disminuir la velocidad.

Fiestas y Merino (2020), mencionan que las fallas no son producidas de manera inmediata tienen un proceso evolutivo, por ende, cambian los niveles de severidad que conllevan a generar otro tipo de falla.

Tabla 5

Niveles de severidad de las fallas.

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	El conductor percibe las vibraciones de manera mínima y no es necesario disminuir la velocidad, esto se puede presentar en las corrugaciones, así como en los hundimientos, abultamientos que causan un ligero rebote en el vehículo. (Vásquez, 2002)
M (Medium: medio)	Las vibraciones son más significativas en los vehículos, requiere de la reducción de la velocidad y en cuanto a los hundimientos, y abultamientos los rebotes son más significativos y causan incomodidad a los usuarios. (Vásquez, 2002)
H (High: alto)	Las vibraciones son excesivas, se debe reducir la velocidad por seguridad, en cuanto a los hundimientos y abultamientos causan un excesivo rebote, lo cual generan incomodidad y daño a los vehículos. (Vásquez, 2002)

Nota. Adaptado a (Vásquez, 2002)

4.3. Definición de términos

Análisis del pavimento: Es el procedimiento que se realiza para conocer la condición de una infraestructura vial, utilizando información de las patologías que se representan en la

vía y mediante la aplicación de metodologías de evaluación se pueda determinar el estado estas y de esa manera actuar a tiempo para conservar su vida útil.

Dron: Son vehículos aéreos no tripulados que son controlados por control remoto debido a los sensores incorporados y un enlace de comunicación, el cual para su despegue utiliza la fuerza de su motor unido a sus hélices.

Fallas: Es el resultado del desgaste de los materiales que está compuesto el pavimento, por lo que se debe a las constantes repeticiones de tránsito a los cuales está expuesto y esto hace que se generen agrietamiento o deformación en la base de las capas que está compuesto el pavimento.

Fotogrametría: Es la ciencia que a partir de fotografías aéreas y patrones de energía electromagnética radiante y permite obtener mapas, planos y modelos tridimensionales.

GSD: La distancia de muestreo del suelo es el tamaño del pixel que representa la superficie terrestre, por ende, es importante el cálculo de la GSD para conseguir un mayor nivel de precisión en el levantamiento de información. En conclusión, mientras el vuelo sea a menor altura, se tendrá un mayor nivel de GSD).

Índice de condición del pavimento (PCI): Es el proceso que se realiza para el análisis, cuantificación de todos los daños que se han identificado en el tramo de estudio, considerando la severidad de cada una de las fallas se determina el valor del PCI ubicando en el rango desde pavimento fallado hasta un pavimento excelente.

Ortomosaico: Es la realidad representada de una fracción de la superficie terrestre que resulta del procesamiento de imágenes georreferenciadas de la misma escala, que han sido rectificadas mediante el procesamiento de softwares de fotogrametrías, que tienen una alta resolución.

Pavimento: Es una estructura compuesta por varias capas que son construidas sobre la subrasante del camino que tiene como finalidad soportar y distribuir los esfuerzos que se generan por los vehículos.

5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1. Metodología de la solución

El presente trabajo de investigación es de nivel descriptivo, debido a que esta investigación está basada en la caracterización de un hecho, fenómeno, grupo o individuo, que tienen por finalidad establecer la estructura o comportamiento; Por ende, la investigación está basada en las características del equipo dron Multirotor Marca DJI modelo Phantom Pro Plus v.2 como altura de vuelo, tipo de cámara, baterías, entre otros, que permite obtener la información necesaria de campo para posteriormente ser procesados y evaluados de acuerdo al tipo de naturaleza del proyecto. (Arias, 2021)

El tipo de la investigación es diseño interviniente debido a que se adquiere información de campo mediante el uso de dron, por ende, se pueden presentar condiciones o limitaciones que están fuera de control y estos pueden intervenir en los resultados del estudio. Además, es de medición longitudinal porque la toma de datos se ha realizado en dos mediciones a lo largo del tiempo. (Árias,2021)

Además, la presente investigación es de enfoque cuantitativo ya que “utiliza la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. Esta investigación se centra en la medición y son de carácter confirmatorio, debido a que se van a trabajar con representaciones numéricas de los datos recopilados en campo mediante el uso del dron (progresivas, coordenadas, áreas, longitudes, entre otros) los cuales serán procesados y analizados para la obtención de los resultados y conocer el estado situación de la infraestructura asfáltica en la Av. Ucrania, Nueva Cajamarca. (Sampieri et al., 2014, p.37)

Para la identificación de las fallas se ha considerado el tipo de metodología aplicada, debido a que confronta la teoría con la realidad; esta investigación se va a realizar con la aplicación directa de la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) teniendo en cuenta la información obtenida en campo para el análisis de la estructura vial de la Av. Ucrania, Nueva Cajamarca y de esa manera determinar el tipo de fallas y las condiciones y emitir recomendaciones para su mejoramiento, rehabilitación u reconstrucción y aportar nuevos conocimientos para la aplicación en proyectos similares. (Álvarez, 2020)

De acuerdo a Sampieri et al. (2014) el presente estudio es de diseño cuasi experimental debido a que en este tipo de estudio se compara la situación antes y después de la variable independiente, para analizar qué efectos se presentan sobre la variable dependiente: en el presente estudio se realizará un análisis del índice de condición del pavimento, tiempo y costos antes y después de la aplicación de la variable fotogrametría, para determinar las ventajas de la utilización de este método para optimizar la evaluación superficial de los métodos convencionales.

5.2. Desarrollo de la solución

Ubicación del tramo del proyecto

El área de estudio se localiza en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín. La ubicación del tramo de intervención son las siguientes Latitud sur 5°56'26", Longitud oeste 77°18'34", la ubicación geográfica se presenta en coordenadas del sistema UTM WGS-84, se sitúa en la zona 18S. En el cuadro siguiente se muestran las coordenadas de inicio y fin del proyecto haciendo una longitud de 1+000 km aproximadamente, así como sus progresivas respectivas.

Departamento : San Martín

Provincia : Rioja

Distrito : Nueva Cajamarca

Tabla 6

Ubicación Geográfica del área de estudio.

Tramo	Longitud (m)	Puntos	Este (m)	Norte (m)	Progresivas
01	1 000.00	Inicio	245699.49	9342363.20	0+000.00
		Fin	246748.16	9342230.74	1+000.00

Nota. Elaboración propia.

Figura 5

Vista panorámica de la ubicación del área de estudio.



Nota: tomado de Google Earth.

Vuelo fotogramétrico

El desarrollo de presente trabajo está basado al primer problema específico identificado en el cual se va describir las características del equipo utilizado dron DJI Phantom 4 Pro V2, que es un dispositivo multirrotor que cuenta con cuatro (4) hélices, la cámara que posee es de sensor CMOS de 1" que tiene una resolución de 20 mega pixeles. También, cuenta con un sistema OcuSync 2.0 HD, que permite la conexión estable y para garantizar la seguridad cuentan con cinco direcciones de detección de obstáculos.

Tabla 7*Características del dron DJI Phantom PRO V2.0*

Descripción	Características del dron
Tipo	Multirotor (4 hélices)
Modelo	Phantom 4 Pro V2
Marca	DJI
Autonomía	30 minutos
Cámara	Sensor CMOS de 1" y resolución de 20 MP
Sistema de transmisión	OcuSync 2.0 HD
Peso de despegue	1375 kg
Velocidad máxima de ascenso	6 m/s
Velocidad máxima de vuelo	72 km/hr
Ángulo máximo de inclinación	42°

Nota: Información obtenida de DJI Oficial.

Figura 6*Dron Phantom 4 Pro V2.0 y Ipad 5 mini.*

Nota: Adaptado de DJI Official Website.

Misión del vuelo

Antes de ejecutar el plan de vuelo, se ha definido el área del proyecto en una longitud de 1+000.00 km ubicado en la Av. Ucrania, Nueva Cajamarca, San Martín. Posteriormente se hizo la planificación del vuelo en donde se evaluó las zonas aéreas en el tramo de estudio verificando que no existan zonas de vuelo restringidas, segregadas o prohibidas. Se definió preliminarmente los puntos de vuelo teniendo en cuenta el alcance del radio control y se definió el modo de vuelo manual según los requerimientos debido que permite mayor maniobrabilidad y decisión de parte del piloto ante la necesidad de esquivar obstáculos, esperar la liberación de tráfico entre otros factores.

Además, se realizó el cálculo de altura de vuelo teniendo en cuenta la distancia de muestreo del suelo (GSD) esperada obteniendo como resultado una altura de 30 metros.

También, se ha evaluado la funcionalidad del equipo, se ha verificado el nivel de baterías, limpieza de las cámaras, buena conexión entre el radiocontrol y el dron, buena recepción de la señal de GPS (recomendable 10 satélites), instalación correcta de la memoria y se programó la altura de vuelo de 30 m a 50m.

Ejecución y operación de vuelo

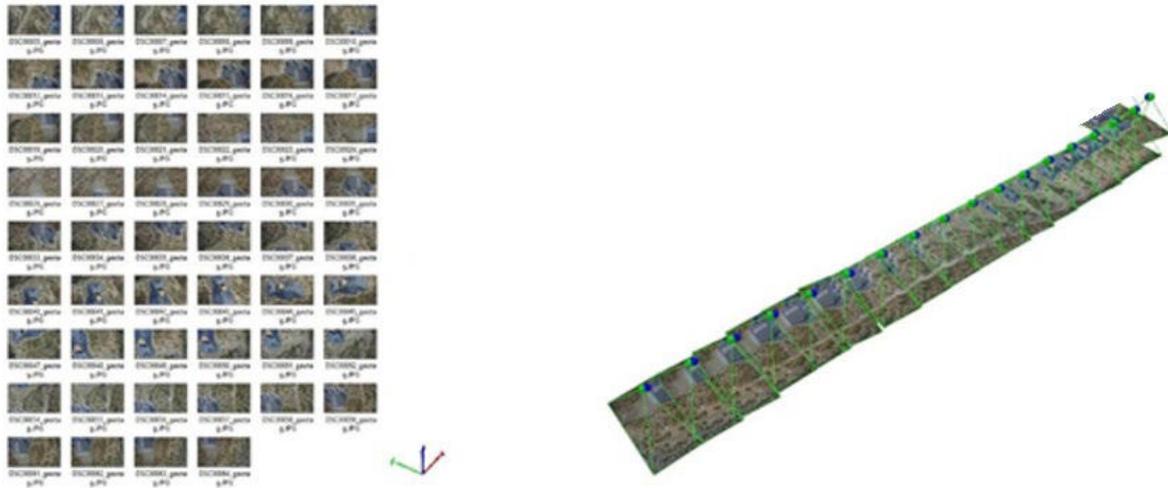
Se ha delimitado dos puntos de despegue cercanas al área de estudio, donde no haya obstáculos para que el dron pueda despegar y retornar sin dificultades.

Considerando la información anterior se realizó el vuelo con un dron DJI Phantom 4 Pro V2 equipado con cámara RGB de 12 megapíxeles pilotado de manera remota a lo largo de la Av. Ucrania manteniendo una altitud de 30 metros y excepcionalmente hasta 35 metros para evitar colisionar con árboles y cables que se encontraban en el tramo de vuelo. Gracias a la definición de altura de vuelo se logró obtener imágenes con un alto nivel de muestreo de la superficie de tal manera que se puedan identificar los diferentes tipos de fallas tanto estructurales como funcionales en la estructura vial.

Por ende, el rol que cumple el dron es obtener la data de campo mediante la toma de fotografías aéreas ortogonales al terreno georreferenciadas de manera consecutiva y homogénea que se unen entre sí y finalmente se generan pares estereoscópicos entre las fotografías.

Figura 7

Ortofotos obtenidas con el Dron Phantom.



Nota: Elaboración propia.

Procesamiento de las fotografías georreferenciadas del vuelo dron

En gabinete se ejecutó el proceso de las fotografías aéreas utilizando el software fotogramétrico (Agisoft Metashape Professional) a fin de obtener un ortomosaico. Para ello Se ha realizado las siguientes actividades:

- Se ha alineado las fotografías.
- Se ha creado nube de puntos densa.
- Se ha creado Modelo Digital de elevaciones (DEM)
- Creación de ortomosaicos.
- Se ha usado máscaras de relleno para retexturizar la ortofoto.
- Finalmente se realiza la exportación de la ortofoto.

Figura 8

Ortofoto del tramo de estudio.



Nota: Elaboración propia.

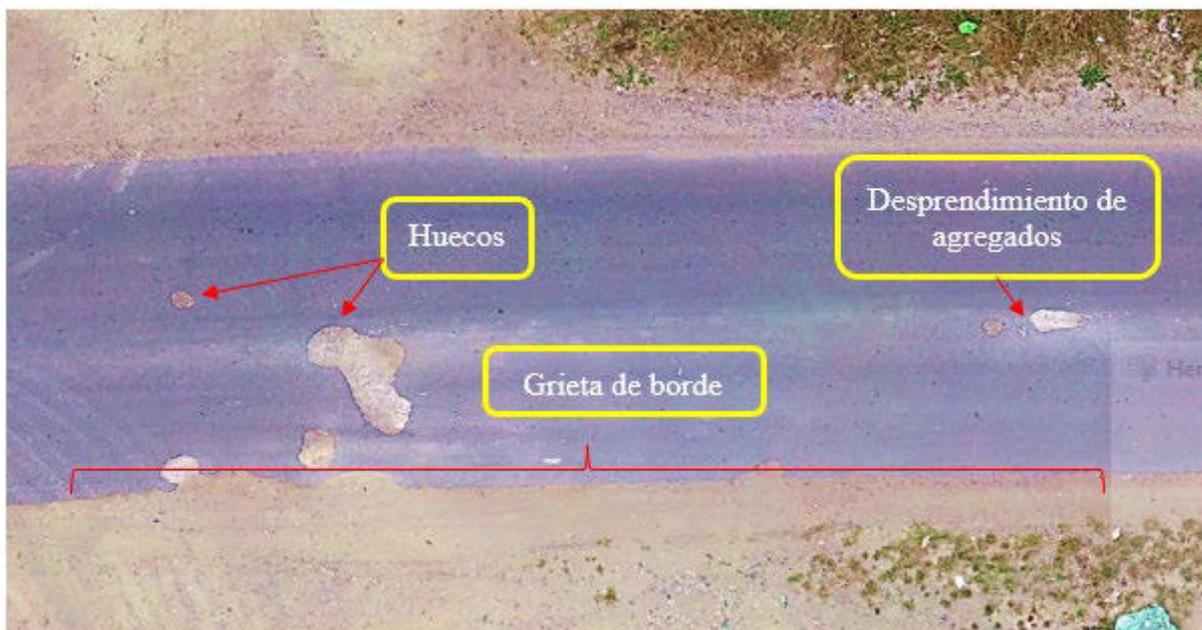
Identificación y medición de las fallas con la ortofoto

Para el desarrollo del segundo objetivo específico se ha cargado la ortofoto georreferenciada al software ArcGIS donde se ha geolocalizado en las coordenadas UTM-WGS84, se ha creado capas TIN para empezar a digitalizar y cuantificar las fallas localizadas en la superficie de la infraestructura vial conociendo de esta manera su ubicación, dimensiones, tipo de falla y otras características que serán descritas utilizando fichas para la recopilación de información.

En la figura 9 se puede evidenciar que la fotogrametría permite la identificación del tipo de fallas.

Figura 9

Fallas identificadas con fotogrametría.



Nota: Elaboración propia.

Además, se ha vinculado la fotogrametría al Civil 3D donde se ha creado el eje del trayecto de estudio el cual nos ha permitido dividir en tramos de $L=50$ metros y de esa manera obtener planos y mapas para catalogar a las fallas. También, se ha hecho uso del Manual del Índice de Condición del Pavimento (PCI) donde nos brinda la información

necesaria para entender el tipo de falla, los rangos específicos para definir el nivel de severidad.

Una vez digitalizadas las fallas en el software ArcGIS se ha procedido a vaciar la información a las fichas en Excel donde se ha realizado por cada 50 metros, obteniendo la información como el tipo de daño, el nivel de severidad, las coordenadas en las cuales está ubicada la falla dentro el carril, su longitud, ancho, área, altura, diámetro de acuerdo a la información que se requiera para obtener el nivel de severidad de cada falla.

Durante la evaluación del pavimento superficial se ha podido observar las interferencias de los árboles en la vía que no permite conocer el estado de ese tramo de vía.

Figura 10

Interferencias de los árboles en la vía.



Nota: Elaboración propia.

Por otra parte, teniendo como base el mapa y planos de fallas, se realizó inspecciones en campo para medir las profundidades de las fallas que cuya información no fue obtenida en las ortofotos. Además, se obtuvo información de algunas fallas que no lograron ser registradas por la cámara del dron debido a que el tamaño de la falla no fue captado por la resolución de la imagen.

Figura 11

Medición de profundidades de las fallas huecos.



Nota: Elaboración propia.

Figura 12

Falla piel de cocodrilo.

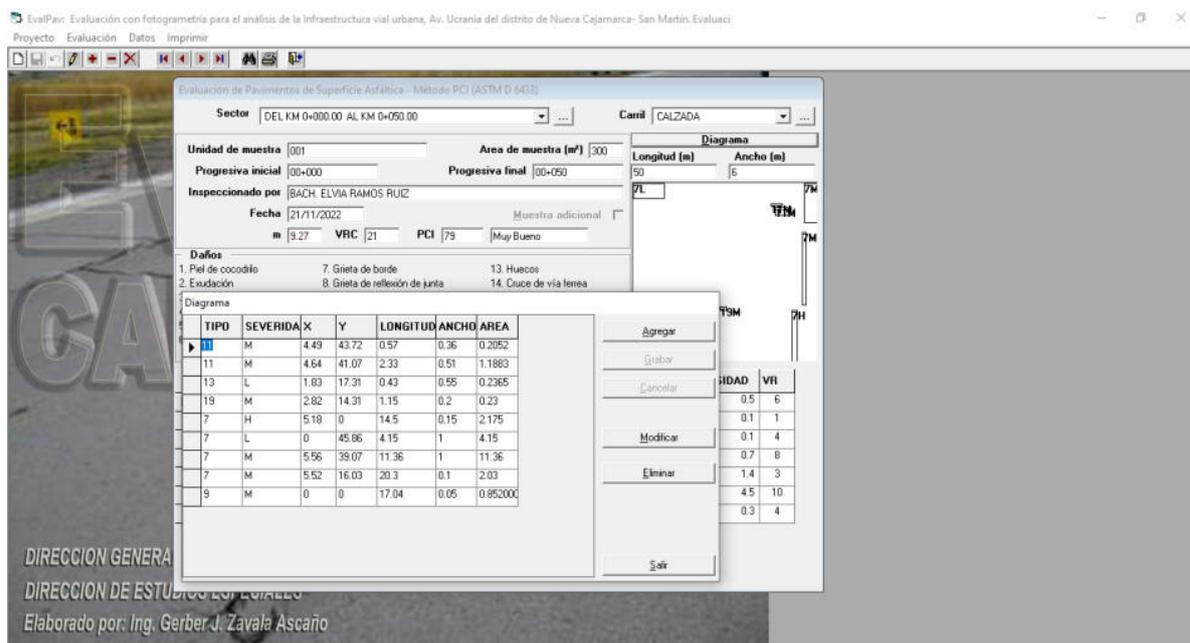


Nota: Elaboración propia.

Obtenida la base de datos de campo mediante fotogrametría e inspección de campo se ha ingresado la información al software EvalPav, donde nos permite calcular de una manera automatizada el Índice de Condición del Pavimento.

Figura 13

Procesamiento de información en el software EvalPav.



Nota: Elaboración propia.

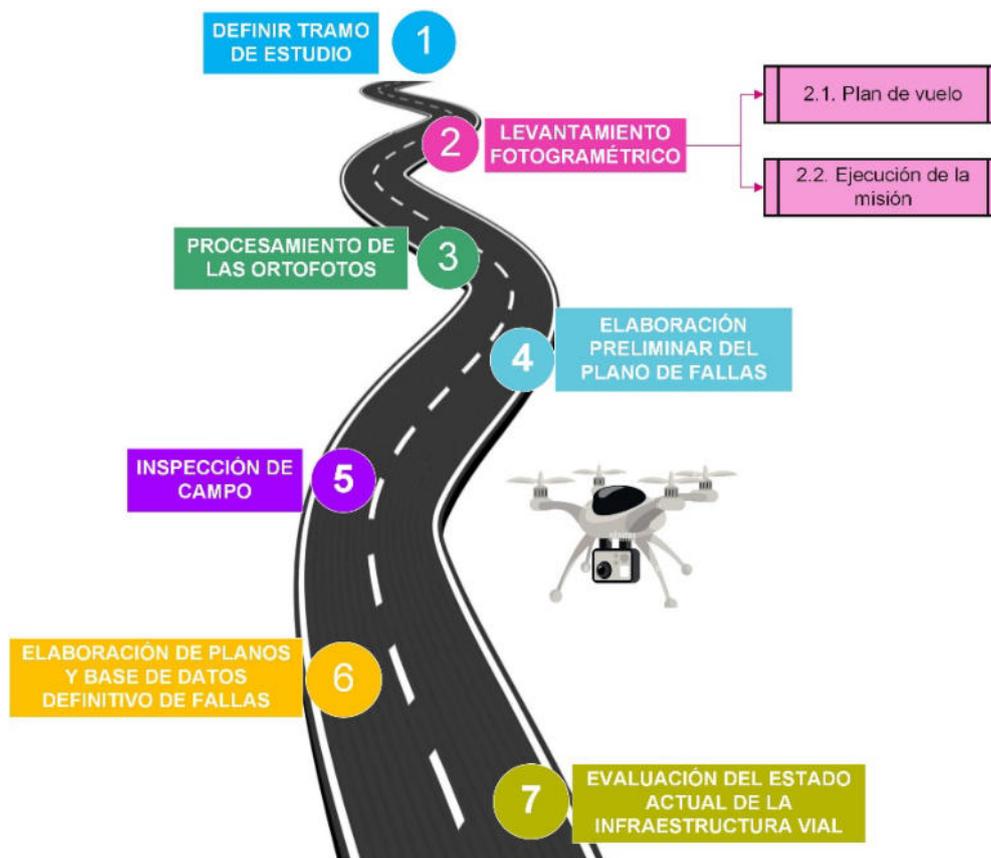
Finalmente, con los resultados obtenidos del procesamiento de diversos softwares se ha definido la condición de la infraestructura vial por cada tramo evaluado teniendo en cuenta los rangos expuestos en el Manual del índice de Condición del Pavimento (PCI).

Diferencias entre la evaluación por fotogrametría e inspección visual

Para el desarrollo del tercer objetivo específico se ha esquematizado los procesos que se ha seguido para la evaluación de la infraestructura vial con la fotogrametría e inspección visual, el cual se centrará en el paso 4 y 5:

Figura 14

Procesos para la evaluación de pavimentos con levantamiento fotogramétrico.



Nota: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de la información de la fotogrametría y teniendo en cuenta que para el análisis de algunas fallas (huecos y desnivel de carril/berma) se requieren datos como profundidades por lo que se ha realizado la inspección visual en campo para recopilar dicha información, corroborar la data obtenida por el dron y obtener información de algunas fallas que no lograron ser registradas por la cámara del dron debido a la restricción debido a la resolución de la imagen. A continuación, se detallan las diferencias entre ambas metodologías de evaluación.

Tabla 8

Diferencias entre la fotogrametría e inspección visual.

FOTOGRAMETRÍA	INSPECCIÓN VISUAL
- Uso de dron.	- Caminando, observando, camioneta o motocicleta.

-
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Información detallada y continua del terreno. - El índice de muestreo del suelo (GSD) limita identificar todas las fallas (severidad baja). - Menor tiempo para la recopilación de información (horas). - GPS del mismo dron. - Equipos y materiales y recursos humanos utilizados (dron, control remoto, piloto, asistente). - No es necesario cerrar la vía. | <ul style="list-style-type: none"> - Información específica de las fallas. - Se identifican la mayoría de fallas, pero no todas debido a errores u omisiones del observador. - Mayor tiempo en la toma de datos (días). - GPS navegador (equipo manual). - Equipos y materiales y recursos humanos utilizados (Especialista en pavimentos, asistente, wincha, gps de mano, cámaras, fichas de recopilación de información, libretas, lapiceros, conos de seguridad). - Utilizar conos de seguridad para cerrar la vía. |
|---|--|
-

Nota: Elaboración propia.

5.3. Factibilidad técnica-operativa

5.3.1. Factibilidad Técnica

Para determinar la factibilidad técnica del proyecto, se detallan los requerimientos de equipos, materiales y softwares para empezar con el proyecto de evaluación de la infraestructura vial con el uso de fotogrametría.

En cuantos a los equipos que se requieren se detallan a continuación:

- **Dron.** El equipo usado para el desarrollo del proyecto es un dron un DJI Phantom 4 Pro V2, pero pueden adquirir otros drones que tengan la autonomía necesaria para la ejecución de los vuelos.
- **Computadoras de escritorio y equipo portátil.** La empresa cuenta con los equipos requeridos para ejecutar los procedimientos concernientes al procesamiento y análisis de la información.

Tabla 9

Características del equipo portátil.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Procesador	Intel(R) Core (TM) i7-1065G7 CPU @ 1.30GHz 1.50 GHz, 8 núcleos.
Memoria	8GB
Almacenamiento	Disco sólido SSD 1 Terabytes
Pantalla	15"
Cámara	Cámara web 2.0
Sistema operativo	Windows 10 profesional 64 bits

Nota: Elaboración propia.

- **WORKSTATION.** Es un equipo especial de cómputo diseñado para aplicaciones técnicas o científicas donde se ha realizado el procesamiento de la fotogrametría, que cuenta la empresa.

Tabla 10*Características del equipo Workstation.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Procesador	Intel Core i9-10900K-CPU 3.70GHz
Memoria	32GB
Tarjeta de video	Invidia Geforce RTX 3070
Almacenamiento	NVME M.2 SSD -1 terabytes. Western Digital WD -2 terabytes.
Pantalla	24"
Sistema operativo	Windows 10 pro. 64 bits

Nota: Elaboración propia.

- **Cámara fotográfica.** Para el presente proyecto se ha utilizado la Marca SONY de 20 Megapíxeles, que ha servido para captar las imágenes en cuanto a la verificación de las fallas captadas con la fotogrametría.
- **Libretas de campo.** Se ha utilizado para la anotar datos como profundidad durante la inspección de campo.

En cuanto a los Softwares que se requieren para el desarrollo del proyecto son:

- **Metashape Photoscan:** Programa donde se realizó el procesamiento de la fotogrametría y el personal de la empresa se encuentran capacitados,
- **Excel.** Este software tiene hojas de cálculo que permite realizar operaciones lógicas y matemáticas para obtener resultados de manera automatizada. Donde el personal de la empresa se ha capacitado e interactúan con el programa.
- **ArcMap.** Este programa permite crear y utilizar información geográfica (SIG) y permite digitalizar entidades gráficas en formato vectorial que facilita el análisis de bases graficas como en este proyecto las fallas del pavimento. Por ende, la empresa cuenta con personal capacitado en el software indicado.

- **Autocad Civil 3D.** Es un Software Autodesk de diseño que permite realizar los modelos de una manera rápida; para el presente proyecto se ha utilizado para trazar el eje del tramo de estudio. La empresa capacita a su personal de manera frecuente en el software debido a que se utiliza para múltiples proyectos.
- **EVALPAV.** Este software se utiliza para la evaluación de pavimentos. La empresa cuenta con el personal capacitado en el software para el desarrollo del proyecto.
- **SPOTLENS.** Se ha utilizado el aplicativo Spotlens para las tomas fotográficas en campo de las fallas existentes, el cual nos permite realizar anotaciones y las fotografías son captadas con coordenadas de ubicación es cual mediante el software ArcMap se ha cargado en la fotogrametría para ver su progresiva de ubicación en el tramo de la vía en estudio.

5.3.2. Factibilidad Operativa

Para determinar la factibilidad operativa del proyecto, se detallan los requerimientos de los recursos humanos para realizar el proyecto de evaluación de la infraestructura vial con el uso de fotogrametría.

En cuanto a los recursos humanos que se requieren para el desarrollo del proyecto son:

- **Piloto RPAS.** La empresa cuenta con personal capacitado y Acreditación Transitoria de Piloto/Operador RPAS por la Dirección General de Aeronáutica Civil para operar Sistemas de Aeronaves Pilotas a distancia.
- **Especialista en Pavimentos.** Personal con experiencia en la identificación y evaluación de fallas en pavimentos. Amplio conocimiento en softwares, manejos de hojas de cálculo, sistemas de información geográfica (SIG), softwares para la evaluación de pavimentos.

- **Asistente:** Personal de apoyo de la carrera de ingeniería civil con conocimientos en la línea de pavimentos y evaluación de fallas. Además, tiene conocimientos en diversos softwares y hojas de cálculo.

5.4. Cuadro de inversión

Para el presente proyecto se ha realizado el análisis de la alternativa de inversión para la evaluación de vía asfáltica considerando los recursos humanos, materiales y servicios que se requieran para cumplir con los objetivos del proyecto. Además, se ha considerado el tiempo a requerir para el levantamiento de información en campo fue de una hora y treinta minutos y el análisis en gabinete es de ocho (08) días para un tramo de longitud de 1+000.00 km. A continuación, se detalla el presupuesto del proyecto.

Por lo tanto, según la tabla 12, el costo de inversión para el presente proyecto de evaluación de la infraestructura vial es de **S/ 3,085.67** con levantamiento fotogramétrico cabe mencionar que este monto incluye recursos humanos, equipos y materiales que son de utilidad para el desarrollo del presente proyecto en campo y gabinete.

Tabla 11

Presupuesto Evaluación de la condición del pavimento con dron.

1. Levantamiento Fotogramétrico		Rendimiento		5 km/día	
Partidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Recursos Humanos					S/46.00
Piloto Dron	día	1	0.20	S/180.00	S/36.00
Asistente de vuelo	de día	1	0.20	S/50.00	S/10.00
Servicios					S/350.00
Alquiler de dron	Ciclo		2.00	140.00	S/280.00
Camioneta	día	1	0.20	350.00	S/70.00
Materiales					S/23.00

Wincha	Und		1.00	S/20.00	S/20.00
Lapiceros	Und		2.00	S/1.50	S/3.00
Libreta de notas	Und		1.00	S/6.00	S/6.00
SUB TOTAL					S/419.00

2. Procesamiento de Imágenes Rendimiento 5 km/día

Partidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Recursos Humanos					S/400.00
Procesamiento de imágenes	Und		800.00	S/0.50	S/400.00
SUB TOTAL					S/400.00

3. Identificación y análisis de la vía asfáltica Rendimiento 0.5 Km/día

Partidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Recursos Humanos					S/2,266.67
Especialista en pavimentos	Mes		0.27	S/6,000.00	S/1,600.00
Asistente	Mes		0.27	S/2,500.00	S/666.67
SUB TOTAL					S/2,266.67

MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO S/3,085.67

Nota: Elaboración propia.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Resultado 01: Según el análisis de resultados del objetivo específico 01 el equipo adecuado para el desarrollo del presente trabajo es el dron DJI Phantom 4 Pro V2 multirotor de cuatro hélices con una autonomía de 30 minutos, con una cámara de resolución de 20 Mega píxeles que esta asistida por un gimbal, tiene una velocidad máxima de vuelo de 72 km/hr y se encuentra equipado por sensores infrarrojos anticolidión.

Además, es importante mencionar que el vehículo aéreo no tripulado (dron) forma parte de un sistema integrado conformado por el vehículo, el sistema de mando y el piloto; por lo que, en el caso en particular, el control remoto cuenta con una pantalla integrada de alta luminosidad que facilita la operación en entornos de altas intensidades solares. Asimismo, la operación del equipo ha sido desarrollada por un piloto capacitado en las normas técnicas que rigen el espacio aéreo, climatología y otros temas vinculados al vuelo.

De acuerdo a lo mencionado líneas arriba el equipo dron utilizado es el adecuado debido a que se ha podido evidenciar su alto desempeño en campo donde se ha logrado un rendimiento 500 m de levantamiento fotogramétrico por cada ciclo de vuelo (01 batería), con una alta resolución de cámara 20 megapíxeles, debido a su maniobrabilidad característica de un equipo multirotor ha sido posible esperar para que pasen los carros para la toma de fotos sin interferencias. Sin embargo, existen drones que podrían ser utilizados que tengan autonomía mayor a 30 minutos, pantalla integrada, cámara con una resolución mayor de 20 mega píxeles, que tengan estabilizador de cámaras, sensores ante colisión, entre otras características que permitan obtener fotografías con un menor índice de muestreo del suelo (GSD).

Tabla 12*Características de un equipo adecuado para el levantamiento fotogramétrico.*

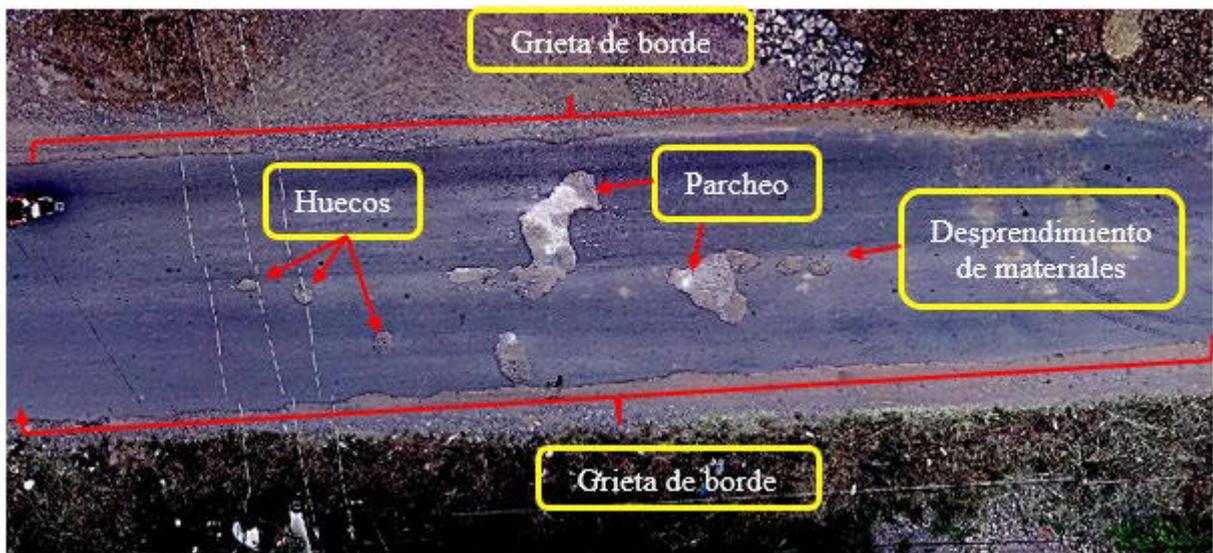
Descripción	Características del dron	Características del dron	Características del dron
Tipo de entorno	Entorno favorable: terreno ondulado o valle sin interferencias de altura.	Entorno: terreno ondulado o valle con interferencias de altura.	Entorno: terreno accidentado o escarpados con interferencias de altura.
Tráfico	Bajo o Moderado	Bajo	Bajo o Moderado
Desarrollo de actividades	Entorno de desarrollo agrícola o desarrollo poblacional	Zona residencial con presencia de habitantes y vehículos	Zona residencial con presencia de habitantes y vehículos
Tipo	Multirotor (4 hélices)	VTOL	Multirotor (6 hélices)
Autonomía	Mayor o igual a 30 minutos	Mayor o igual a 30 minutos	Mayor o igual a 30 minutos
Cámara	Resolución mayor o igual a 20 MP	Resolución mayor o igual a 42 MP	Resolución mayor o igual a 20 MP
Velocidad máxima de vuelo	Mayor o igual 70 km/hr	Mayor o igual 30 km/hr	Mayor o igual 70 km/hr
Tipo de mando	Control remoto con pantalla integrada de alta luminosidad.	Control remoto con pantalla integrada de alta luminosidad.	Control remoto con pantalla integrada de alta luminosidad.
Gimbal	3 ejes	3 ejes	3 ejes
Sensores	Infrarrojo anticolidión	Infrarrojo aterrizaje	Infrarrojo anticolidión

Nota: Elaboración propia.

Resultado 02: Con respecto al objetivo específico 02 del proyecto es necesario mencionar que el uso de fotogrametría permitió obtener un ortomosaico de alta resolución con un tamaño de distancia de muestreo de suelo de 9mm/píxel en cual fue posible determinar los distintos tipos de fallas como: grieta de borde, desnivel de carril/berma, desprendimiento de agregados, huecos y parcheo. Además, si me ha permitido realizar las mediciones de longitudes, áreas, diámetros de cada una de las fallas.

Figura 15

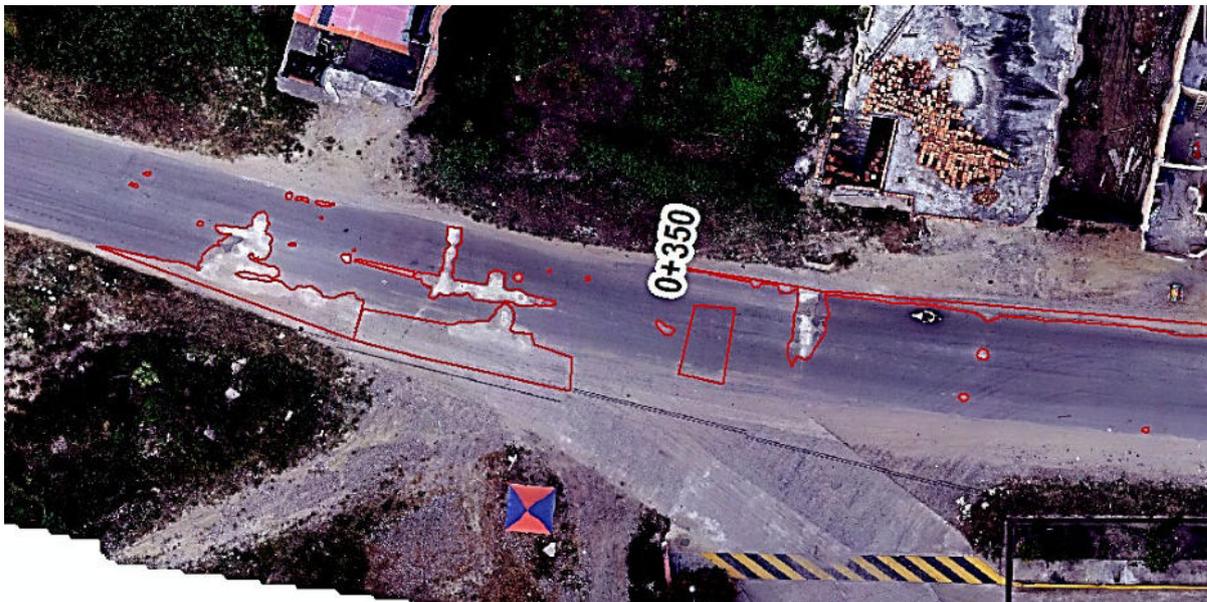
Fallas identificadas en la fotogrametría.



Nota: Elaboración propia.

Figura 16

Fallas registradas durante la evaluación de la infraestructura vial.



Nota: Elaboración propia.

En la tabla 13 se visualiza el tipo de fallas el cual se ha podido identificar en la fotogrametría; se tiene las cantidades de 33 unidades de fallas de grieta de borde, 3 unidades de fallas de desnivel de carril y berma, 31 unidades fallas de parchado, 28 unidades de huecos y 08 unidades de desprendimiento de agregados haciendo un total de 103 fallas presentes en la vía.

Tabla 13

Tipos de fallas identificadas en la fotogrametría.

Ítem	Nº de daño denominación PCI	Tipo de daño denominación PCI	Unidad de Medida	Cantidad de daños
01	7	Grieta de borde	und	33
02	9	Desnivel carril/berma	und	03
03	11	Parchado	und	31
04	13	Huecos	und	28
05	19	Desprendimiento de agregados	und	08
TOTAL				103

Nota: Elaboración propia.

Resultado 03: Según los análisis conseguidos para la diferenciación de poder obtener la información de campo de manera fotogramétrica o inspección visual se ha tenido que evaluar las siguientes condiciones de las cuales se presentan a continuación:

Tabla 14

Diferencias entre la fotogrametría e inspección visual.

FOTOGRAMETRÍA	INSPECCIÓN VISUAL
- Uso de dron.	- Caminando, observando, camioneta o motocicleta.
- Información detallada y continua del terreno.	- Información específica de las fallas.
- El índice de muestreo del suelo (GSD) limita identificar todas las fallas (severidad baja).	- Se identifican la mayoría de fallas, pero no todas debido a errores u omisiones del observador.
- Menor tiempo para la recopilación de información (horas).	- Mayor tiempo en la toma de datos (días).
- GPS del mismo dron.	- GPS navegador (equipo manual).
- Equipos y materiales y recursos humanos utilizados (dron, control remoto, piloto, asistente).	- Equipos y materiales y recursos humanos utilizados (Especialista en pavimentos, asistente, wincha, gps de mano, cámaras, fichas de recopilación de información, libretas, lapiceros, conos de seguridad).
- No es necesario cerrar la vía.	- Utilizar conos de seguridad para cerrar la vía.

Nota: Elaboración propia.

Asimismo, se puso en evidencia que se realizó un recorrido mediante inspección visual por toda el área de trabajo corroborando la información de la fotogrametría por lo que se pudo notar que las fallas que no fueron identificadas por este sistema fueron: piel

de cocodrilo, grieta longitudinal/ transversal y grieta parabólica debido a que la ancho de estas fue menor a la distancia de muestreo terreno.

Tabla 15

Identificación de tipos de fallas con inspección visual.

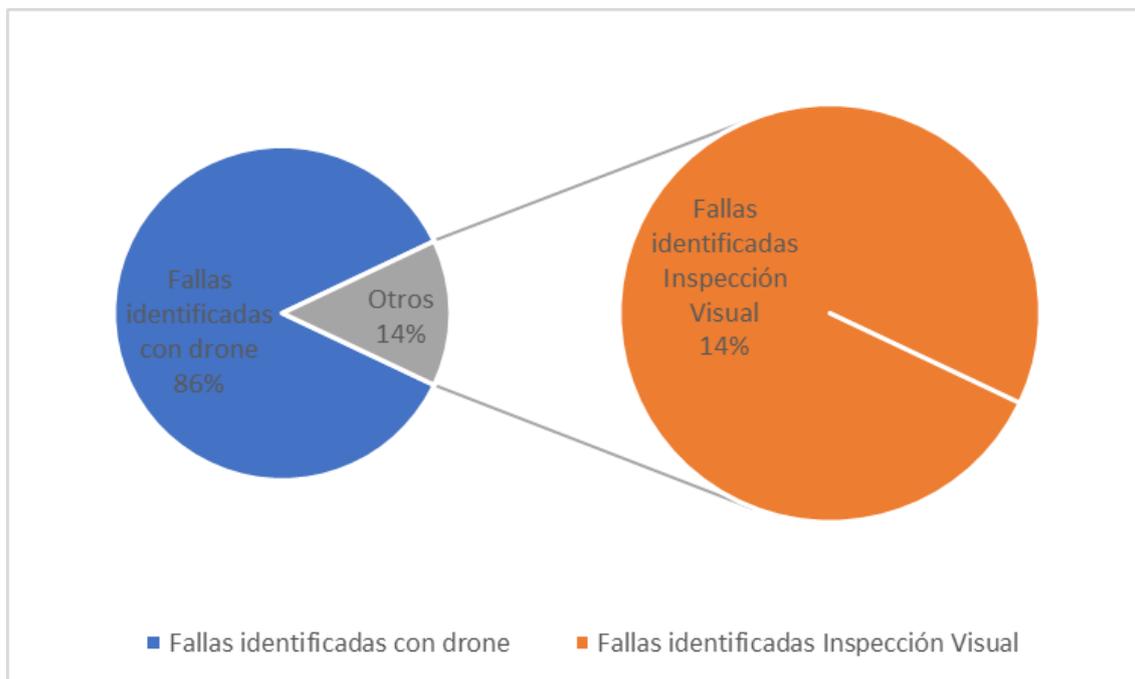
Ítem	N° de daño denominación PCI	Tipo de daño denominación PCI	Unidad de Medida	Cantidad de daños
1	1	Piel de cocodrilo	m ²	3 und
2	10	Grietas longitudinales y transversales	m	12 und
3	17	Grietas parabólicas	m ²	2 und
TOTAL DE FALLAS				17 und

Nota: Elaboración propia.

Por lo tanto, el uso de fotogrametría contribuye para realizar un proceso eficiente de identificación de fallas, siempre y cuando estas sean mayores a la Distancia de Muestreo de Suelo (GSD) obtenido en el ortomosaico. Además, la existencia de obstáculos en la zona de estudio como árboles, vehículos que transitan estos dificultan el proceso de identificación por ende es necesario que estas fallas sean afinado y corroborado por el especialista en campo.

Figura 17

Porcentaje de fallas identificadas con fotogrametría e inspección visual.



Nota: Elaboración propia.

En la tabla 16 se ha calculado la incidencia del área de las fallas ($A=774.57 \text{ m}^2$) de acuerdo al área total de estudio ($A=6000 \text{ m}^2$), caber recalcar que estos valores son de acuerdo a la información recabada de la longitud del tramo de 1000m mediante la fotogrametría e inspección visual.

Además, de las ocho (8) fallas identificadas en la vía mediante la fotogrametría e inspección visual, las que más predominan son grieta de borde, parchado, huecos, desprendimiento de agregados y desnivel de carril/berma.

Tabla 16

Distribución porcentual de las fallas identificadas en el área de estudio.

N° de daño denominación PCI	Tipo de daño denominación PCI	Unidad de Medida	Área total de la falla (m ²)	Respecto al Área de estudio (6000m ²)
1	Piel de cocodrilo	m ²	1.40	0.02%
7	Grieta de borde	m	543.51	54.35%
9	Desnivel carril/berma	m	17.09	1.71%

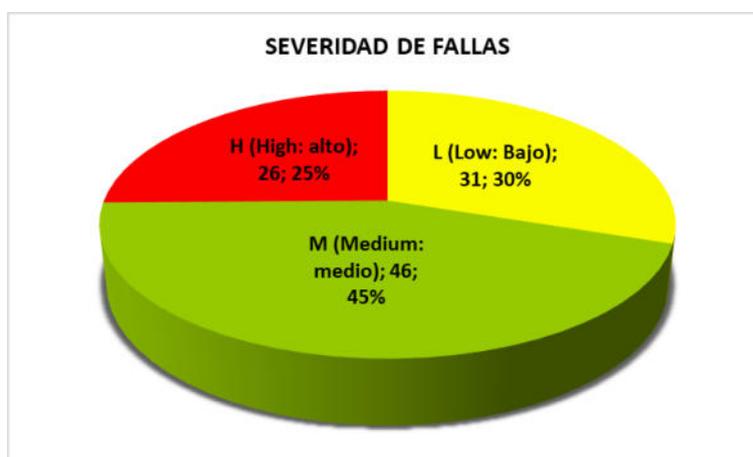
10	Grietas longitudinales y transversales	m	4.20	0.42%
11	Parchado	m ²	169.16	2.82%
13	Huecos	m ²	14.51	0.24%
17	Grietas parabólicas	m ²	4.40	0.07%
19	Desprendimiento de agregados	m ²	20.30	0.34%

Nota: Elaboración propia.

En la figura 18 se puede visualizar que de las fallas que han sido reveladas con fotogrametría 33 unidades que corresponden al 31% son de severidad Bajo, 47 unidades que corresponden al 44 % son de severidad Medio y 26 unidades correspondiente al 25% son de severidad Alta.

Figura 18

Severidad de fallas detectadas con fotogrametría.



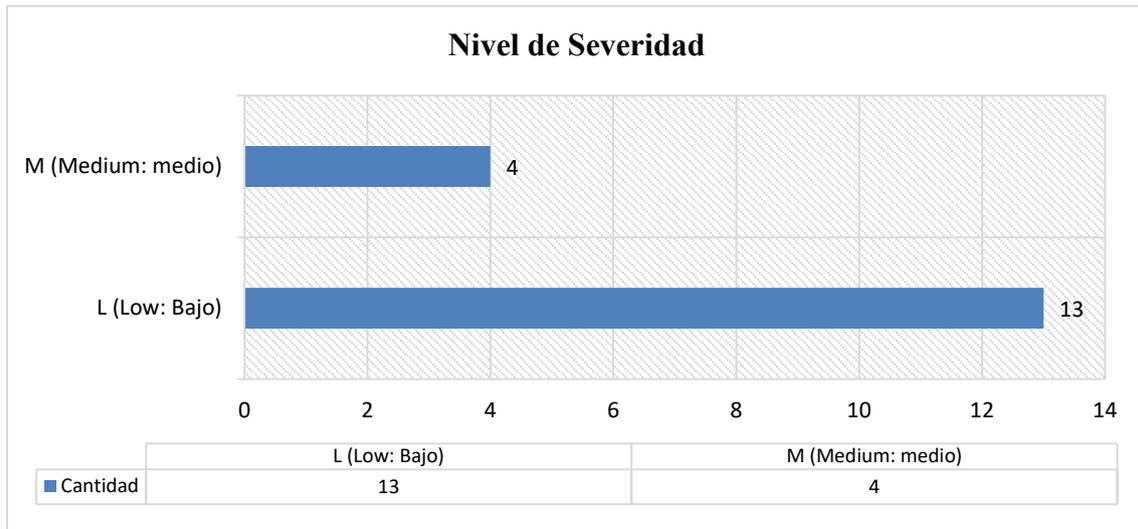
Nota: Elaboración propia.

Además del Ortomosaico fue necesario realizar una visita in situ del especialista con la finalidad de medir la profundidad, longitud y área de las fallas no identificadas que son piel de cocodrilo, grieta longitudinal/ transversal y grieta parabólica que sirven para determinar el nivel de severidad de estas.

En la figura 19 se muestra la severidad de las fallas detectadas mediante inspección visual, cabe mencionar que en el tramo de estudio analizado estas fallas no se presentan en gran cantidad es por eso que se ha obtenido estos valores de 13 fallas de severidad baja y 04 fallas de severidad media.

Figura 19

Severidad de fallas detectadas por inspección visual.

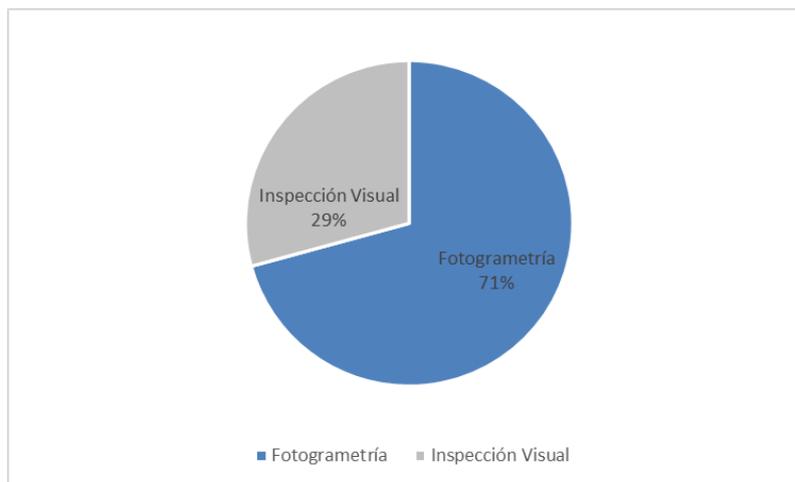


Nota: Elaboración propia.

Los datos obtenidos en la Figura 20 se ha realizado considerando que de las fallas 103 identificadas por fotogrametría 28 fallas (huecos) fue necesario recabar información de campo (profundidad) por ende el porcentaje de severidad obtenido mediante fotogrametría es de 71% y el 29 % fue posible determinar mediante la información recabada de la inspección de campo.

Figura 20

Porcentaje de severidad determinado con fotogrametría e inspección visual.



Nota: Elaboración propia

Resultado 04. De acuerdo al objetivo general del proyecto se ha podido determinar que, usando fotogrametría, ha permitido la toma de la base de datos de campo en un menor tiempo e incluso el post-proceso de las ortofotos se han realizado en el mismo día, por lo tanto, este método es mucho más rápido y eficiente. Además, la información obtenida del ortomosaico es clara, entendible, georreferenciada y de fácil manejo con diferentes softwares lo cual facilita el trabajo del personal especialista encargado de la evaluación de la información.

Por todo lo mencionado líneas arriba se determinó que el uso de fotogrametría mejoró el procedimiento desde la fase de campo hasta la generación de resultados finales. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cuanto a mejor tiempo, precio y calidad en el proceso de análisis para conocer la condición actual de la infraestructura vial urbana, Nueva Cajamarca- San Martín.

La fotogrametría ha permitido el rápido proceso de la información y una vez obtenido los datos como tipo de falla, longitud, área, coordenadas y nivel de severidad se ha procedido a realizar el análisis mediante tramos de 50 metros para lo cual se ha usado el Software EVALPAV para determinar el Índice de Condición del Pavimento de la vía asfáltica- Nueva Cajamarca- San Martín, obteniendo valores de PCI que varían desde Pobre a Excelente. Además, se puede recalcar que los valores obtenidos de la condición

del pavimento han sido verificables debido a que se ha realizado planos que detallan los daños del pavimento y de esa manera se puede identificar y analizar que los resultados alcanzados son coherentes.

En la siguiente tabla 17 se muestran los valores obtenidos del PCI por cada unidad de muestra de acuerdo a la clasificación de la metodología del Índice de Condición del Pavimento por la norma (ASTM D6433, 2018).

Tabla 17

Índice de Condición del Pavimento de la vía asfáltica Av. Ucrania- Nueva Cajamarca.

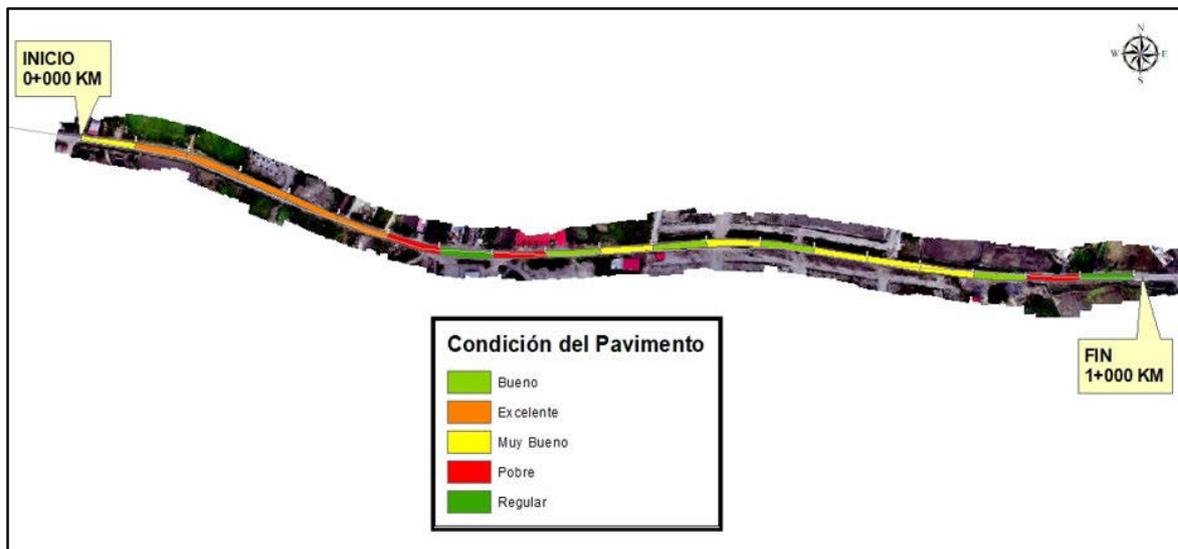
Unidad de Muestra	Progresiva Inicial	Progresiva Final	PCI	Clasificación
UM1	00+000	00+050	79	Muy Bueno
UM 2	00+050	00+100	92	Excelente
UM 3	00+100	00+150	94	Excelente
UM 4	00+150	00+200	87	Excelente
UM 5	00+200	00+250	88	Excelente
UM6	00+250	00+300	91	Excelente
UM 7	00+300	00+350	25	Pobre
UM 8	00+350	00+400	43	Regular
UM 9	00+400	00+450	35	Pobre
UM 10	00+450	00+500	61	Bueno
UM 11	00+500	00+550	75	Muy Bueno
UM 12	00+550	00+600	68	Bueno
UM 13	00+600	00+650	74	Muy Bueno
UM 14	00+650	00+700	62	Bueno
UM 15	00+700	00+750	72	Muy Bueno
UM 16	00+750	00+800	81	Muy Bueno
UM 17	00+800	00+850	84	Muy Bueno
UM 18	00+850	00+900	57	Bueno
UM 19	00+900	00+950	32	Pobre
UM 20	00+950	01+000	45	Regular

Nota: Elaboración propia.

En la figura 21 se puede visualizar los tramos que han sido analizados y se han obtenido un valor de PCI obteniendo 05 tramos con una clasificación de Excelente, 06 tramos con una clasificación de Muy Bueno, 04 tramos con una clasificación de Bueno, 02 trayectos con una clasificación de Regular y 03 tramos con una clasificación de pobre donde en este tramo predominan los huecos donde se ha perdido gran cantidad de los materiales que lo conforman la infraestructura vial.

Figura 21

Condición del pavimento en el tramo de estudio.



Nota: Elaboración propia.

6.1. Análisis costos-beneficio

Para el análisis de costo y beneficio del presente proyecto se ha considerado el costo que incluye materiales, equipos y recursos humanos para la evaluación de la infraestructura vial con fotogrametría. En la tabla siguiente se especifica el monto y beneficios obtenidos durante el desarrollo del proyecto de inversión:

Tabla 18*Análisis de costo y beneficio.*

COSTO	BENEFICIOS
<p>El costo del proyecto incluye materiales, equipos y recursos humanos S/3,085.67.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener imágenes georreferenciadas. - Obtener información a detalle de la vía y quedar registrados. - Ahorro de costo y tiempo en recursos humanos para la obtención de información de campo. - Recopilación de información en menor tiempo. - La información obtenida es clara y entendible. - El dron multirrotor permanece en el mismo lugar hasta que pase los carros para la toma de datos. - La ortofoto obtenida es de fácil manejo en diferentes softwares, - Facilita el trabajo en gabinete al especialista encargado de la evaluación y análisis. - El personal no está expuesto a los incidentes (vehículos, entre otros) - Nuevos conocimientos para desarrollar trabajos más eficientes. - Reducir el tiempo de entrega a los requerimientos de los proyectos de inversión.

Nota: Elaboración propia.

7. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA/ INSTITUCIÓN

El aporte principal hacia la empresa es mis conocimientos basados en la ingeniería de transporte, que han sido aplicados para el desarrollo de estos problemas como la evaluación de carreteras que se realiza con el fin de conocer el estado de estas y decidir el tipo de intervención para que se encuentren en condiciones óptimas. Además, con el presente trabajo se ha contribuido a la empresa en dar a conocer de cerca la tecnología del dron y sus aplicaciones en la ingeniería Civil. De la misma manera conocer sobre las características de los ortomosaicos y su manejo a través de sistemas de información geográfica. Por ende, esto permitirá que el profesional que tenga que realizar trabajos futuros opte por este sistema considerando la optimización de los recursos económicos, tecnológicos, recursos humanos y materiales para obtener una mayor rentabilidad en los proyectos.

También, durante el desarrollo del presente trabajo se ha aportado el conocimiento en las nuevas herramientas tecnológicas (uso de drones) que se vienen utilizando para el levantamiento de información de este tipo de proyectos; asimismo, se ha puesto en práctica el software EvalPav, ArcGIS y Civil 3D que permitieron desarrollar el trabajo de una manera eficaz y contribuir a la empresa sobre la importancia y el uso de estos programas complementarios para el desarrollo que ayuda a optimizar cálculos y análisis en los proyectos.

Por otro lado, se ha conocido y entablado nuevas amistades, se ha trabajado en equipo, debido a que la empresa mantiene la cultura organizacional que se basa en comportamiento de liderazgo con todo el equipo de trabajo, lo que permite como profesionales colaborar para el desarrollo tanto personal y como empresa; forjar una mentalidad de crecimiento ante las circunstancias que puede surgir en el trabajo, solucionar problemas, ser creativos e innovadores, probar nuevas ideas y estar siempre abierto a las sugerencias de las demás personas. Es importante considerar que en el equipo de trabajo se entable mejores relaciones entre sí y saber expresar nuestras necesidades con los demás, compartir nuestras experiencias y vivencias y de esa manera lograr alcanzar el éxito con los clientes, y no solo eso sino con todo el equipo de trabajo que forman la empresa.

8. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se determinó el equipo adecuado para realizar la fotogrametría para el análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania-Nueva Cajamarca-San Martín. Según Condevel (2018) el dron es un equipo que tiene un grado de automatización que permite realizar misiones de gran complejidad y permiten recopilar fotografías aéreas georreferenciadas de alta resolución. Asimismo, Cubas (2021) afirma que el equipo dron DJI Phantom 4 pro. V2.0 tiene una confiabilidad de un 95% debido a las características que presenta, en cuanto a costo es el 28% con respecto al método tradicional y en tiempo un 35% reducido con el uso de dron. Por ende, se concluyó que el equipo adecuado para levantamiento fotogramétrico es el dron DJI Phantom 4 Pro V2 multirotor de cuatro hélices con una autonomía de 30 minutos, con una cámara de resolución de 20 mega pixeles que esta asistida por un gimbal de 3 ejes, tiene una velocidad máxima de vuelo de 72 km/hr y que se encuentre equipado por sensores infrarrojos anticolidión.

Para este trabajo se determinó si el uso de fotogrametría permitirá la identificación de tipos de fallas durante el análisis de la infraestructura vial de la Av. Ucrania. Según el autor Jaramillo et al. (2018) definió al tipo de fallas como el resultado de factores como alto tránsito vehicular, factores climáticos, entre otros que deterioran de manera progresiva el pavimento. Por otro lado, Cárdenas (2022) mencionó que las vías son importantes para el desarrollo de un país y es necesario conocer el estado de estas; en su estudio realizado mediante la utilización de dron Phantom 4 pro V2.0 logró identificar fallas como: huecos, baches, piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados. Por lo tanto, se concluyó que durante la ejecución del presente trabajo se logró identificar 120 fallas en la infraestructura vial de los cuales 103 fueron identificadas usando fotogrametría que consistieron en grieta de borde, desnivel de carril/berma, desprendimiento de agregados, huecos y parcheo, mientras que 17 fallas fueron identificadas a través de inspección visual de las cuales se encuentran la falla piel de cocodrilo, grieta longitudinal/ transversal y grieta parabólica; obteniéndose en este caso en particular, una alta eficiencia del 86% de detección de fallas con uso de la fotogrametría.

En el presente proyecto se evaluó las diferencias entre la fotogrametría y la inspección visual para el análisis del estado de la infraestructura vial de la Av.

Ucrania- Nueva Cajamarca- San Martín. Asimismo, Vargas (2018), menciona tres diferencias entre los métodos tradicionales y sensores remoto, en cuanto al costo de implementar el uso del dron es el doble con referencia a los métodos tradicionales, el tiempo para la inspección visual lo realizó en 7 horas y con el vuelo dron en 1 hora el cual se reduce a 6 horas en un tramo de 1 km y respecto a los materiales y personal calificado menciona que para el vuelo dron es más complicado contar con el personal mientras que los métodos tradicionales basta con conocimientos en pavimentos. Por lo tanto, se concluye que las diferencias de la fotogrametría con respecto a la inspección visual es que se logró reducir el tiempo de evaluación en un 36.90%. Además, se brinda mayor seguridad al personal evaluador ya que no pone en peligro sus vidas, no se requiere el cierre de la vía para el desarrollo de trabajo en campo y con la ortofoto obtenida nos permite elaborar los planos de fallas donde se puede observar con mayor detalle, claridad, conocer su ubicación y tamaño de estas el cual queda un registro de estas fallas que pueden ser utilizadas para monitorear la evolución futura de estas fallas. También, a través de fotogrametría e inspección visual y haciendo uso del manual del índice de condición del pavimento se logró catalogar la severidad de las fallas: se tiene 46 unidades con severidad Bajo, 48 unidades con severidad Medio y 26 unidades de severidad Alta. De este modo, a través de fotogrametría se logró catalogar la severidad de 71% de las fallas y el 29% mediante la inspección visual.

Finalmente, para el presente proyecto se determinó si el uso de la fotogrametría mejora el proceso de análisis del estado de la infraestructura vial urbana, Av. Ucrania- Nueva Cajamarca-San Martín. De acuerdo, con Bonneval, (1972) la fotogrametría es una técnica que define de manera precisa la ubicación, espacio, dimensiones de un objeto cualquiera mediante medidas en fotografías aéreas. Además, Flores, (2022) mencionó que el método alternativo para registrar las fallas en el pavimento es la fotogrametría con la aplicación de drones o Vant dan resultados favorables y mejoran el proceso de evaluación. Por ende, se concluyó que el uso de fotogrametría mejora el proceso del análisis del pavimento generando un flujo más rápido y eficaz del trabajo de campo, también se logró reducir el costo de inspección en un 36,90%; Además, para el presente proyecto se logró determinar el Índice de Condición del Pavimento de una forma automática con la aplicación del software EvalPAV. Para lo cual se ha obtenido la clasificación para cada tramo de estudio donde 05 tramos con

un estado Excelente, 06 tramos Muy Bueno, 04 tramos en estado Bueno, 02 tramos con una clasificación de Regular y 03 tramos con una clasificación de pobre. Por ende, se obtuvo para todo el tramo de estudio un valor promedio de PCI igual a 68 y de acuerdo a la clasificación de rangos de calificación de la metodología PCI lo clasifica como Bueno.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar un equipo adecuado con las características que sean requeridas de acuerdo al tipo de entorno, considerando en terrenos ondulado o valle sin interferencias de altura el tipo de dron (Multirotor 4 hélices), para terrenos ondulados o valle y con interferencias de altura se debe considerar el dron (VTOL) y en terrenos accidentados y escarpados con interferencias de altura se debe considerar el tipo de dron Multirotor (6 hélices). Además, se debe tener en cuenta que los drones tengan una autonomía mayor o igual a 30 minutos, con una cámara mayor a 20 Megapíxeles, la velocidad máxima de vuelo debe ser mayor o igual a 70km/hr, el tipo de mando debe ser un control remoto con pantalla integrada y de alta luminosidad que permita operar, el gimbal debe ser de 3 ejes y se debe tener en cuenta los sensores infrarrojos anticolidión para evitar incidentes en el equipo y obtener fotografías aéreas de alta calidad.

Se recomienda calcular el GSD y los parámetros del vuelo (altura) previo al inicio del trabajo y que de ser posible se usen cámaras con un mayor número de pixeles de modo que permita obtener GSD más bajos y en consecuencia ortomosaicos de mejor calidad. Asimismo, se recomienda que durante el procesamiento de las ortofotos se eliminen todos los obstáculos como vehículos o personas con tal de mantener una vía despejada y facilitar la identificación de fallas existentes en la infraestructura vial. También, se recomienda que para la caracterización del nivel de severidad se usen sistemas de información geográfica que permitan vectorizar las fallas existentes en la infraestructura vial lo cual ayudan a generar información ordenada previo a la inspección de campo. Además, durante la inspección in situ se tenga en cuenta el mapa y planos elaborado en gabinete y que se usen herramientas tales como GPS, fotografías con coordenadas que faciliten la recolección de información de campo y llevarlo a gabinete con una mejor precisión. También se recomienda utilizar metodologías como PCI, VIZIR, Manual de Inventarios viales que contienen información clave que nos permite categorizar el nivel de severidad de cada falla.

Se recomienda evaluar la accesibilidad en el mercado a los equipos, materiales y personal capacitado para la evaluación de proyectos de inversión similares por ambos métodos ya sea por fotogrametría e inspección visual, considerando las ventajas y desventajas de cada método.

Se recomienda una planificación de vuelo que considere los puntos de despegue del dron, las zonas aéreas en la que se ubica el tramo de estudio, así como factores climáticos (lluvia, vientos) y atmosféricos (índice CAPE), a fin de evitar incidentes o accidentes que afecten la celeridad de los trabajos de campo y con ello realizar trabajos de una manera óptima y sin inconvenientes. Además, se debe considerar la limpieza de la cámara, ver la calidad y funcionalidad de los equipos. Otro punto a tener en cuenta es que el piloto cuente con la acreditación transitoria piloto/operador RPAS acorde al marco normativo vigente en el Perú. Además, recomienda para el análisis utilizar el uso de softwares como PIX4Dsurvey que logren integrar los resultados de la fotogrametría con CAD y GIS para facilitar y agilizar el proceso de evaluación.

10. REFERENCIAS

- Álvarez, R. A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. Repositorio Institucional - Ulima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- Arias, G. J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. <https://www.researchgate.net/publication/352157132>
- ASTM D6433. (2018). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. <https://pages.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>
- Bonneval, H. (1972). *Photogrammetrie Generale*. Eyrolles., Paris, 1972. <https://www.iberlibro.com/photogrammetrie-generale-enregistrement-photographique-gerbes-perspectives/3078955209/bd>
- Cárdenas, CH. E. (2022). *Uso del Drone Phantom 4Pro V2.0 para optimizar la evaluación funcional del pavimento asfáltico en la carretera TA-605, Distrito de Inclán, Tacna – 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4620>
- Cornejo, V. E. Y., y Valle, Y. A. L. (2018). *Metodología para el uso de imágenes de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) para la evaluación de la condición del pavimento en la carretera tramo Huancayo – Izcuchaca km 162+000 al km 163+000* [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional - URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3411>
- Corros, M., Urbáes, E., & Corredor, G. (2009). *Manual de herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles*. https://www.academia.edu/37177464/Manual_de_evaluacion_de_pavimentos
- Cruz, T. J. O. (2018). *Cálculo del índice de condición del pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado*. Universidad Nacional de Ingeniería. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/17218>
- Cruz, T. J. O. C., & Gutierrez Lazares, J. W. G. (2019). *Evaluación Superficial de Vías Urbanas empleando Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT)* (pp. 23-32). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/34113>
- Cubas, F. J. E. (2021). “Uso de un dron para optimizar la evaluación superficial del pavimento flexible por el método PCI en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021”. <https://hdl.handle.net/11537/29126>

- DJI - Official Website. (s. f.). *DJI Official*. Recuperado 8 de marzo de 2023, de <https://www.dji.com>
- DJI Official. (s. f.). *Phantom 4 Pro V2.0—Specifications—DJI*. DJI Official. Recuperado 16 de marzo de 2023, de <https://www.dji.com/phantom-4-pro-v2/specs>
- Enterprise, D. J. I. (2021). *Topografía con drones: ¿cuál es la diferencia entre la fotografía aérea y la fotogrametría?* <https://enterprise-insights.dji.com/es/blog/aerofotografia-vs-fotogrametria>
- Esteban, R. W. (2016). *Comparación de las metodologías VIZIR y PCI con fines de intervención en la carretera PE - 18A tramo Km 15+100—Km 25+306* [Tesis de Pregrado- Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1283>
- Fiestas, L. C. D., & Merino, R. F. G. (2020). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco—Piura usando drones* [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4490>
- Florentino, S. R. C. (2017). *Aplicación de fotogrametría con RPAS para mejorar la efectividad en cuantificación de la explotación en la Cantera Santa Genoveva—2016* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23113>
- Flórez, M. M. (2022). *Evaluación del uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales en el pavimento* [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomas]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43154>
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C., & Baptista, L. M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Jaramillo, M. J. M., Pablo Alejandro, M. Y., Norvin Aliaga, C., & Chavez Huaman, J. L. I. (2018). *Evaluación de fallas presentadas en el pavimento flexible de la Avenida Mariátegui*. Universidad peruana Los Andes. <https://es.slideshare.net/jaramillo3005/fallas-en-pavimentos-informe-jaramillo>
- Leguía, L. P. B., & Pacheco, R. H. F. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)*. Repositorio académico USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>

- Manual de Inventarios Viales. (2013). *Transportes y Comunicaciones*.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/5277
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para Carreteras*.
https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos*. | PDF. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/380676665/Manual-de-Carreteras-Seccion-Suelos-y-Pavimentos>
- MTC. (2021). *Formato para la Publicación de los Valores de los Indicadores de Brechas 2020-2022 del Sector Transportes y Comunicaciones*.
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/345874-formato-para-la-publicacion-de-los-valores-de-los-indicadores-de-brechas-2020-2022-del-sector-transportes-y-comunicaciones>
- Pix4D. (2019, abril 25). *¿Qué es la precisión en un proyecto de mapeo aéreo? Pix4D*.
<https://www.pix4d.com/es/blog/mapeo-aereo-de-precision>
- Puerta, C. C. A. (2015). *Tecnología Drone en Levantamientos Topográficos*.
https://www.academia.edu/19589719/TECNOLOGIA_DRONE_EN_LEVANTAMIENTOS_TOPOGRAFICOS
- Quirós, R. E. (2014). *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil*.
https://mascvuex.unex.es/ebooks/sites/mascvuex.unex.es.mascvuex.ebooks/files/files/file/Fotogrametria_9788469713174_0.pdf
- Vargas, B. C. A. (2019). *Análisis comparativo de la inspección visual de un pavimento flexible, por los métodos tradicional y por sensores remotos en un kilómetro de la calle séptima en el municipio de Cajicá Cundinamarca* [Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20509>
- Vásquez, V. L. R. (2002). *Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*.
<https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Vergouw, B., Nagel, H., Bondt, G., & Custers, B. (2016). *Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments (Vol. 27, pp. 21-45)*. https://doi.org/10.1007/978-94-6265-132-6_2

11. ANEXOS

ANEXO N° 1: Certificado de trabajo.



Consultorías, construcciones, Servicios en general.

RUC - 20604373574

Promoviendo el cambio, para un futuro mejor

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres 2010 – 2027 (DS N°003-2016-PCM)

CERTIFICADO DE TRABAJO N° 003-2022

El que suscribe, Representante Legal de la Empresa INGENIERÍA Y DESARROLLO LEYVA S.A.C. Certifica que la:

BACH. ING. ELVIA RAMOS RUIZ

Con DNI N°71590933, ha prestado servicios como ASISTENTE DE INGENIERÍA, en las siguientes actividades:

- ✓ Elaboración de estudio de pre inversión del Proyecto: "CREACIÓN DE TROCA CARROZABLE ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE CARAVELI- PAPAYO, DISTRITO DE LALAQUIZ, PROVINCIA DE HUANCABAMBA- PIURA".
- ✓ Elaboración de estudio de pre inversión del Proyecto: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL CHORRO BLANCO - CHACCHACAL Y DEL CANAL LA VIRGEN SAPCE, DISTRITO DE CANCHAQUE, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA".
- ✓ Elaboración del Expediente Técnico del Proyecto: "REHABILITACIÓN DEL CANAL DE RIEGO LOPEZ, SECTOR CAUTIVO, DISTRITO PIURA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA".
- ✓ Elaboración de estudio de planteamiento de la idea del Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE RIBERAS DEL RÍO CHIPILICO DEL LADO IZQUIERDO DE LOS SECTORES CHIPILICO Y HUACHUMAALTA DEL DISTRITO DE LAS LOMAS - PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA", CÓDIGO DE IDEA N°182097.
- ✓ Elaboración del Expediente Técnico del Proyecto: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR TRUJILLO, DISTRITO DE CANCHAQUE, PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA"
- ✓ Ejecución del servicio: "EVALUACIÓN DE LA CARRETERA SM-113 TRAMO NUEVA CAJAMARCA-UCRANIA DISTRITO NUEVA CAJAMARCA, PROVINCIA RIOJA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"
- ✓ Ejecución del servicio: "REHABILITACION DE VIAS DE ACCESO EN EL CASERIO RIO SECO - DEL DISTRITO DE YURACYACU - PROVINCIA DE RIOJA- DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" Otras actividades de carácter técnico administrativo.

Los servicios se han desarrollado en el marco del CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS N° 006-2022/IDEL S.A.C. desde el 01/01/2022 al 23/12/2022, ejecutando las siguientes funciones:

- Procesamiento de superficies y elaboración de planos topográficos en Civil 3D.
- Dibujante CAD en la elaboración de planos de la especialidad de hidráulica y estructuras de los proyectos de inversión.
- Asistencia en la elaboración de Especificaciones Técnicas y Memoria Descriptiva.
- Programación de proyectos.
- Asistencia en la elaboración de Metrados y Presupuestos del Proyecto.
- Participación en la inspección a diferentes obras (mejoramiento de calles y carreteras, obras de arte).

Durante su permanencia la Bach. Ing. Elvia Ramos Ruiz, ha demostrado eficiencia y responsabilidad en las labores encomendadas.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Moyobamba, 31 de diciembre del 2022

ANEXO N° 2: Panel Fotográfico.**Figura 22**

Planificación de vuelo y evaluación del equipo en gabinete.

**Figura 23**

Fallas identificadas en la fotogrametría.

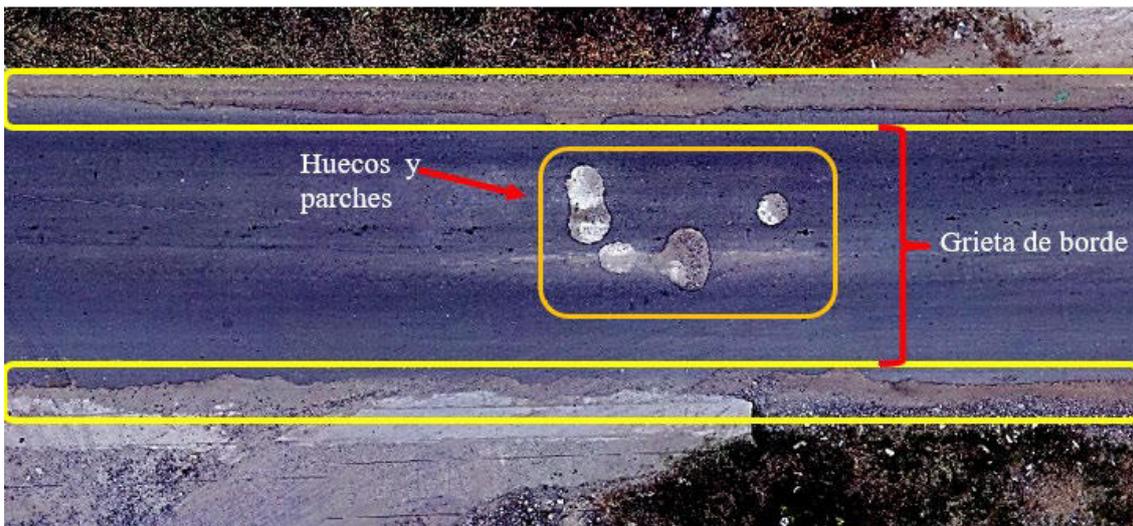


Figura 24

Personal en campo realizando el vuelo drone.



Figura 25

Procesamiento de fotografías aéreas en softwares fotogramétrico.

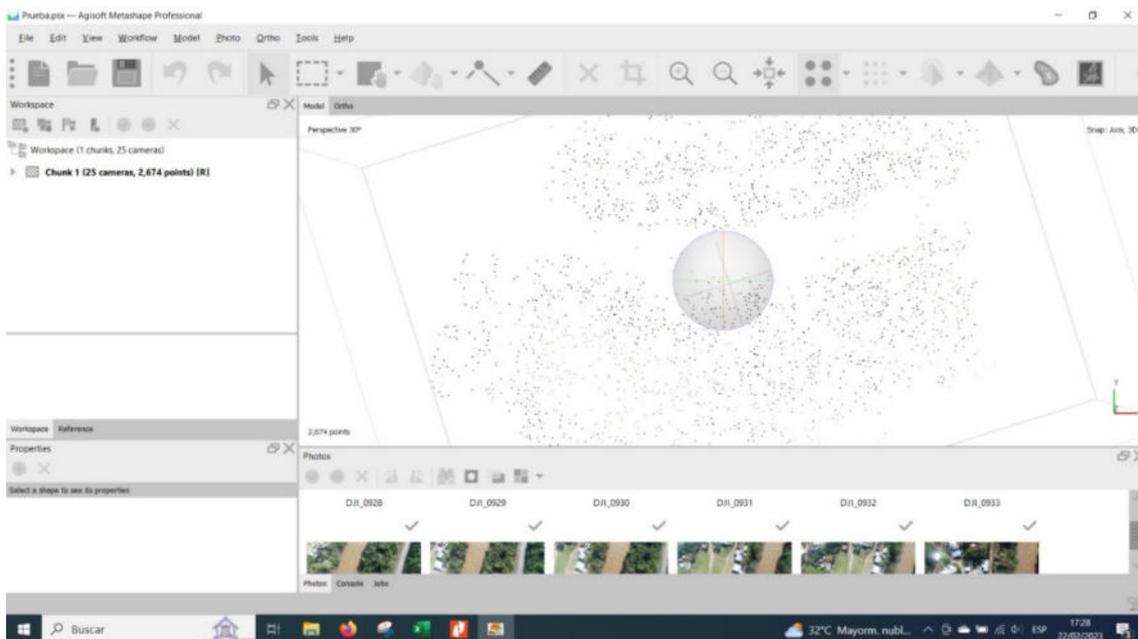


Figura 26

Creación de nube densa de puntos.

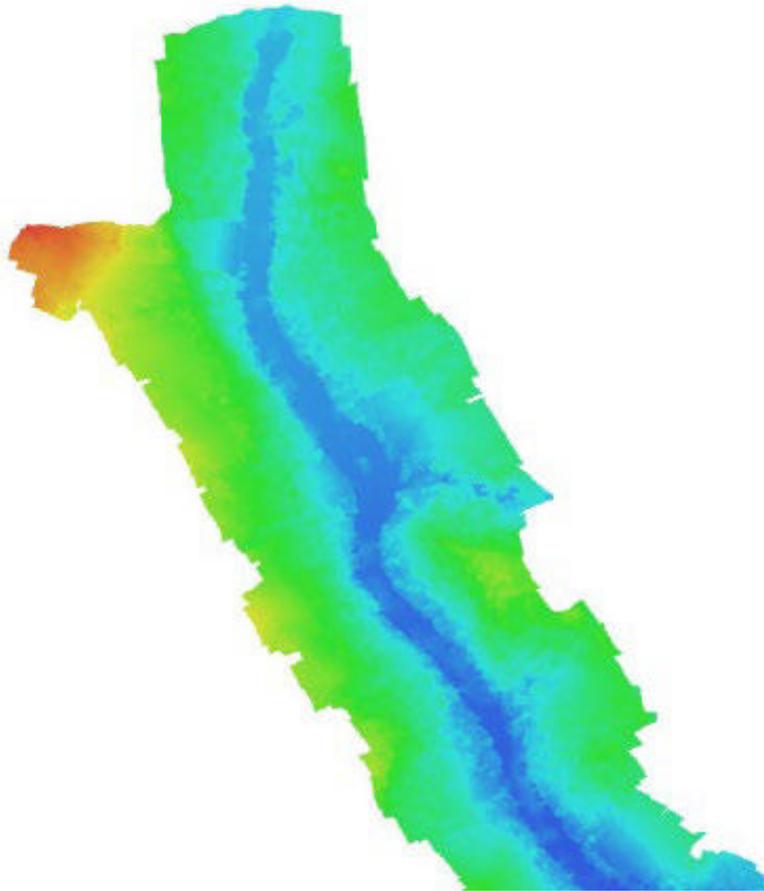


Figura 27

Fallas longitudinal identificadas por inspección visual.



Figura 28

Falla grieta parabólica identificada en campo.



Figura 29

Fallas piel de cocodrilo identificadas en campo.



ANEXO 03: Fichas de inspección de fallas mediante la metodología PCI.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	18 S	PROGRESIVA INICIAL:	0+000.00	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-01	L(m)=	50.00	A(m)=	6.00
CARRIL:	CAZADA	PROGRESIVA FINAL:	0+050.00	ÁREA DE MUESTREO (m2):	300.00				
INSPECCIONADA POR:	Elvia Ramos Ruiz	FECHA:	21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parche o						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
9	M	0.00	0.00	17.04	0.05		8.00		
7	H	5.18	0.00	14.50	0.15				
7	M	5.52	16.03	20.30	0.10				
19	M	2.82	14.31	1.15	0.20	0.23			
13	L	1.83	17.31	0.43	0.55	0.24	1.00	54.87	
7	M	5.56	39.07	11.36	0.10				
11	M	4.64	41.07	2.33	0.51	1.19			
11	M	4.49	43.72	0.57	0.36	0.21			
7	L	0.00	45.86	4.15	0.02				

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	18 S	PROGRESIVA INICIAL:	0+050.00	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-02	L(m)=	50	A(m)=	6
CARRIL:	CAZADA	PROGRESIVA FINAL:	0+100.00	ÁREA DE MUESTREO (m2):	300.00				
INSPECCIONADA POR:	Elvia Ramos Ruiz	FECHA:	21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parche o						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	L	5.54	0.20	11.28					
13	M	3.34	9.04			0.27	5.00	58.97	
13	L	1.67	9.95			0.12	2.00	38.75	
7	L	5.79	29.10	6.45					
7	L	0.10	35.95	5.56					

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA:				
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	L(m)=	50	A(m)=	6		
18S	0+100.00	UM-03						
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):						
CALZADA	0+150.00	300.00						
INSPECCIONADA POR:		FECHA:						
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas Long./Transversal							
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
7	M	5.75	2.22	6.41				
11	L	0.00	40.39	2.77	2.54	7.03		
10	L	0.78	43.15	4.24				



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA:				
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	L(m)=	50	A(m)=	6		
18S	0+150.00	UM-04						
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):						
CALZADA	0+200.00	300.00						
INSPECCIONADA POR:		FECHA:						
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas Long./Transversal							
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
7	H	5.55	4.50	6.15				
7	L	5.37	27.92	8.65				
7	M	0.00	40.71	4.57				
9	L	0.00	45.58	6.80			2.50	



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:		L(m)=	50	A(m)=	6		
18 S	0+200.00	UM-05							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+250.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:			FECHA:						
Elvia Ramos Ruiz			21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	M	5.50	1.75	7.52					
7	M	5.34	11.50	4.93					
13	L	0.45	29.34			0.10	1.00	35.68	
1	L	0.15	30.39	5.55	0.52	2.89			

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:		L(m)=	50	A(m)=	6		
18 S	0+250.00	UM-06							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+300.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:			FECHA:						
Elvia Ramos Ruiz			21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	M	5.49	0.30	7.33					
9	L	0.00	3.01	10.67					
7	M	5.70	22.65	5.89					
13	L	0.58	26.89			0.05	1.00	25.47	
7	M	5.47	28.85	20.70					
11	M	5.38	49.03			0.74			

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:				
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				L(m) =	50	A(m) =	6	
185	0+300.00	UM-07								
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):								
CALZADA	0+350.00	300.00								
INSPECCIONADA POR:	FECHA:									
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022								
N°	Daño		N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo						
2	Exudación		12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento		14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento						
6	Depresión		16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde		17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta		18	Hinchariento						
9	Desnivel carril/Berma		19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal									
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)		
7	M	5.88	0.10	4.11						
13	L	5.43	0.56			0.19	1.00	49.66		
11	M	5.08	2.35			0.53				
7	L	5.58	4.55	4.45						
13	L	2.11	19.29			0.07	1.00	29.98		
13	L	1.26	19.79			0.06	1.00	27.92		
13	L	3.32	23.65			0.07	1.10	29.15		
11	H	4.59	24.67			27.36				
13	L	0.52	27.58			0.11	1.00	36.88		
13	L	0.55	28.42			0.12	2.00	39.42		
7	M	0.53	29.33	1.06						
13	L	1.46	29.91			0.01	0.50	13.21		
13	L	3.31	28.72			0.05	1.00	24.98		
11	L	3.44	32.00			0.21				
13	L	3.08	32.28			0.02	1.00	15.30		
19	M	3.42	37.69			0.95				
11	H	5.93	33.96			29.35				
11	H	3.23	36.24			8.83				
13	L	2.23	41.50			0.18	2.00	47.90		
13	L	1.62	43.34			0.02	1.00	17.69		
13	L	1.53	45.52			0.04	1.00	22.41		

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:				
ZONA:	18 S	PROGRESIVA INICIAL:	0+350.00	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-08	L(m)=	50	A(m)=	6
CARRIL:	CALZADA	PROGRESIVA FINAL:	0+400.00	ÁREA DE MUESTREO (m2):	300.00				
INSPECCIONADA POR:	Elvia Ramos Ruiz	FECHA:	21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
13	M	3.43	0.10			0.45	1.00	75.86	
11	L	4.00	1.96			10.15			
7	H	0.00	0.00	7.34					
11	H	0.00	7.90			6.58			
7	H	0.00	9.10	36.32					
13	H	3.01	18.50			0.32	5.00	63.43	
13	L	5.53	18.17			0.16	1.50	44.79	
13	L	5.76	28.22			0.08	1.00	31.64	
11	M	2.86	34.05			3.35			
7	M	5.85	38.82	10.42					
13	L	2.31	39.01			0.11	1.00	37.07	
13	L	1.95	41.44			0.13	2.00	41.19	
13	H	1.88	16.79			0.23	4.00	54.38	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:				
ZONA:	18 S	PROGRESIVA INICIAL:	0+400.00	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-09	L(m)=	50	A(m)=	6
CARRIL:	CALZADA	PROGRESIVA FINAL:	0+450.00	ÁREA DE MUESTREO (m2):	300.00				
INSPECCIONADA POR:	Elvia Ramos Ruiz	FECHA:	21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	H	5.96	0.00	42.77					
7	H	0.00	0.00	50.00					
11	M	1.09	16.43			1.50			
11	M	2.75	16.87			0.56			
13	H	2.86	18.01			1.43	5.00	134.88	
11	M	2.23	20.29			0.47			
13	M	0.36	24.13			0.15	4.50	43.72	
11	H	3.54	31.59			4.48			
11	M	0.10	44.55			1.42			

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:				
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:		UNIDAD DE MUESTREO:		L(m)=	50	A(m)=	6	
185	0+500.00		UM-11						
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:		ÁREA DE MUESTREO (m ²):						
CALZADA	0+550.00		300.00						
INSPECCIONADA POR:			FECHA:						
Elvia Ramos Ruiz				21/11/2022					
N°	Daño		N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo					
2	Exudación		12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos					
4	Abultamiento y Hundimiento		14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento					
6	Depresión		16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde		17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de Reflexión de Junta		18	Hinchariento					
9	Desnivel camil/Berma		19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	M	5.86	0.10	8.52					
13	L	2.96	2.78			0.02	0.50	17.46	
13	L	2.10	2.77			0.05	0.80	26.16	
13	L	2.60	3.26			0.09	1.00	33.63	
13	L	1.05	2.93			0.14	4.00	42.40	
13	L	2.99	7.80			0.07	1.00	30.42	
11	M	3.27	9.13			0.73			
7	M	0.00	10.78	12.12					
13	L	3.38	14.65			0.01	1.20	12.91	
13	L	2.84	18.80			0.03	1.00	17.92	
11	M	3.19	19.73			0.77			
19	M	2.88	21.02			4.20			
11	M	2.62	28.05			0.99			
7	L	5.25	34.80	2.17					
7	H	5.17	39.75	11.97					
13	M	2.30	49.00			0.09	4.00	34.22	
11	L	2.24	49.42			0.06			
13	M	2.52	49.83			0.11	5.00	38.00	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18 S	0+550.00	UM-12							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+600.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:								
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022							
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	L	0.00	0.00	10.10					
13	H	2.45	0.39			0.23	6.00	54.69	
19	M	3.03	1.03			1.32			
11	M	2.78	3.28			0.32			
19	M	3.30	4.52			2.16			
7	M	5.53	2.18	49.37					
13	L	3.04	24.35			0.03	1.00	18.46	
13	L	2.90	25.45			0.08	1.50	31.40	
13	L	1.90	42.76			0.08	2.00	32.79	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18 S	0+600.00	UM-13							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+650.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:								
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022							
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	H	5.95	1.70	16.12					
13	L	2.42	12.50			0.13	2.50	40.14	
11	M	5.47	14.67			0.45			
11	M	3.73	14.85			2.27			
7	H	6.00	21.10	2.30					
19	H	3.53	25.42			1.21			
11	M	3.10	27.78			0.40			
7	L	5.94	26.53	7.13					
7	M	5.95	33.55	5.12					
13	L	3.32	39.78			0.04	2.00	22.04	
7	L	5.74	40.93	4.05					

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18S	0+650.00	UM-14							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+700.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:								
Elvía Ramos Ruiz		21/11/2022							
N°	Daño		N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo					
2	Exudación		12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos					
4	Abultamiento y Hundimiento		14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento					
6	Depresión		16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde		17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de Reflexión de Junta		18	Hincharamiento					
9	Desnivel carril/Berma		19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)		Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
11	M	5.64	23.41				0.48		
7	H	5.95	25.80	1.08					
13	H	3.27	28.32				0.57	7.00	85.32
7	M	0.00	33.78	1.52					
11	H	3.19	39.63				1.19		
11	H	4.07	49.62				2.34		

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18S	0+700.00	UM-15							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+750.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:								
Elvía Ramos Ruiz		21/11/2022							
N°	Daño		N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo					
2	Exudación		12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos					
4	Abultamiento y Hundimiento		14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento					
6	Depresión		16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde		17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de Reflexión de Junta		18	Hincharamiento					
9	Desnivel carril/Berma		19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)		Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
13	L	4.00	0.10				0.02	2.00	16.88
13	L	3.44	3.70				0.08	2.50	31.92
13	H	3.48	4.60				0.40	6.00	71.46
11	H	5.28	16.60				2.22		
7	M	5.78	25.00	14.00					
13	M	2.30	49.35				0.15	5.00	48.70

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18S	0+750.00	UM-16							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+800.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:								
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022							
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	M	0.00	9.40	13.30					
7	M	5.71	12.30	19.20					
19	M	3.60	33.70			2.25			
11	M	3.30	36.60			0.91			
7	M	5.80	35.00	15.00					
13	L	3.70	49.00			0.15	2.00	48.70	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18S	0+800.00	UM-17							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	0+850.00	300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:								
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022							
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	M	5.80	0.00	3.10					
11	M	5.35	1.30			1.30			
19	M	3.40	0.60			1.80			
19	M	5.40	2.90			1.03			
7	M	5.90	4.40	10.90					
11	L	3.40	19.70			0.40			
11	M	2.80	30.45			0.55			
7	M	5.80	36.70	7.80					

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:		
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	L(m)=	50	A(m)=	6		
18 S	0+850.00	UM-18						
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):						
CALZADA	0+900.00	300.00						
INSPECCIONADA POR:		FECHA:						
Elvia Ramos Ruiz		21/11/2022						
N°	Daño	N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carri/Berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas Long./Transversal							
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
7	M	5.90	3.40	14.15				
11	M	3.10	6.60			4.55		
7	M	5.20	18.50	30.80				
11	L	3.00	36.00			0.87		
11	H	3.50	38.00			7.88		
11	M	2.30	49.00			2.40		
17	M	0.80	41.70			4.36		

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:			
ZONA:		PROGRESIVA INICIAL:		UNIDAD DE MUESTREO:		L(m)=	50	A(m)=	6
18 S		0+900.00		UM-19					
CARRIL:		PROGRESIVA FINAL:		ÁREA DE MUESTREO (m2):					
CALZADA		0+950.00		300.00					
INSPECCIONADA POR:				FECHA:					
Elvia Ramos Ruiz				21/11/2022					
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo						
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento						
6	Depresión	16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)	
7	H	0.00	5.30	1.10					
11	M	2.00	6.80			0.53			
13	H	2.70	10.30			2.03			
13	H	2.30	13.00			1.16			
7	M	5.60	17.20	5.90					
11	M	3.00	18.90			1.33			
11	M	3.40	23.20			0.34			
11	H	5.80	23.10			5.83			
11	H	3.20	25.70			3.68			
11	H	5.70	29.50			2.84			
11	M	3.60	31.50			0.42			
11	M	2.40	32.20			0.72			
11	M	3.40	33.00			0.44			
11	M	3.50	34.70			0.28			
13	H	4.00	47.70			0.17	5.00		46.67
11	L	3.90	49.00			0.18			

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01- CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA:				
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:		UNIDAD DE MUESTREO:			L(m)=	50	A(m)=	6	
18 S	0+950.00		UM-20							
CARRIL:	PROGRESIVA FINAL:		ÁREA DE MUESTREO (m2):							
CALZADA	1+000.00		300.00							
INSPECCIONADA POR:	FECHA:									
Elvia Ramos Ruiz			21/11/2022							
N°	Daño		N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo		11	Parcheo						
2	Exudación		12	Pulimiento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque		13	Huecos						
4	Abultamiento y Hundimiento		14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento						
6	Depresión		16	Desplazamiento						
7	Grieta de Borde		17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de Reflexión de Junta		18	Hincharamiento						
9	Desnivel camil/Berma		19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas Long./Transversal									
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)		
7	H	0.00	1.90	10.50						
13	L	3.70	14.90			0.12	2.00	39.87		
13	M	3.90	18.00			0.37	2.50	68.85		
13	M	3.60	18.80			0.25	2.50	56.01		
11	L	2.20	27.00			0.48				
11	H	3.40	28.15			4.23				
11	H	5.20	28.35			3.06				
7	H	5.40	32.30	12.00						
13	M	3.65	35.00			0.31	5.00	63.19		
13	L	3.80	36.00			0.14	2.00	41.86		
13	L	3.60	38.00			0.12	2.00	39.66		
13	H	3.40	39.80			0.68	7.00	93.09		
13	M	3.70	41.00			0.18	4.50	48.20		
13	M	3.40	43.00			0.36	4.00	67.26		

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+100.00 AL KM 0+150.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 003 Área de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 00+100 Progresiva final: 00+150
 Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ
 Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:
 m: 9.82 VRC: 6 PCI: 94 Excelente

Diagrama
 Longitud (m): 50 Ancho (m): 6
 10L
 11L

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	10	L	4.2										4.2	1.4	0
	11	L	7.0										7.0	2.4	4
	7	M	0.6										0.6	0.2	4

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+150.00 AL KM 0+200.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 004 Área de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 00+150 Progresiva final: 00+200
 Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ
 Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:
 m: 9.36 VRC: 13 PCI: 87 Excelente

Diagrama
 Longitud (m): 50 Ancho (m): 6
 9L
 7M
 7H

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	7	H	5.0										5.0	1.7	9
	7	L	0.9										0.9	0.3	0
	7	M	0.5										0.5	0.2	4
	9	L	12.5										12.5	4.2	3

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI Excelente

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	1	L	2.9										2.9	1.0	10
	13	L	0.1										0.1		0
	7	M	0.5	0.8									1.2	0.4	4

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI Excelente

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	11	M	0.7										0.7	0.3	4
	13	L	0.1										0.1		0
	7	M	0.6	0.7	2.1								3.4	1.1	5
	9	L	3.7										3.7	1.2	2

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+300.00 AL KM 0+350.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 007 Área de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 00+300 Progresiva final: 00+350
 Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ
 Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:
 m: 3.85 VRC: 75 PCI: 25 Pobre

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	8.8	27.4	29.4								65.5	21.9	69
11	L	0.2										0.2	0.1	0
11	M	0.5										0.5	0.2	4
13	L				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.9	0.3	8
19	M	1.0										1.0	0.3	5
7	L	4.4										4.4	1.5	3
7	M	4.1	1.1									5.2	1.7	6

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+350.00 AL KM 0+400.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 008 Área de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 00+350 Progresiva final: 00+400
 Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ
 Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:
 m: 7.61 VRC: 57 PCI: 43 Regular

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	6.6										6.6	2.2	26
11	L	10.2										10.2	3.4	6
11	M	3.4										3.4	1.1	11
13	H	0.2	0.3									0.6	0.2	25
13	L	0.1	0.1	0.1	0.2							0.5	0.2	4
13	M	0.5										0.5	0.2	8
7	H	7.3	36.3									43.6	14.5	28
7	M	10.4										10.4	3.5	9

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI Pobre

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m)	Ancho (m)
50	6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	4.5										4.5	1.5	22
11	M	0.5	0.6	1.4	1.5							4.0	1.3	12
13	H	1.4										1.4	0.5	39
13	M	0.2										0.2	0.1	4
7	H	42.8	50.0									92.8	30.9	38

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI Bueno

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m)	Ancho (m)
50	6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	3.5										3.5	1.2	20
11	L	0.2	0.4	0.4	0.5							1.6	0.5	1
11	M	0.2	0.4	0.4	0.7	0.7	2.3					4.7	1.6	13
13	L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2					0.7	0.2	6
13	M	0.2	0.2	0.3								0.7	0.2	11
19	M	5.1										5.1	1.7	9
7	M	37.1	15.9	4.1	3.5							60.6	20.2	20

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+500.00 AL KM 0+550.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 011 Área de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+500 Progresiva final: 00+550

Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ

Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:

m: 8.9 VRC: 25 PCI: 75 Muy Bueno

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

7M 10M 7H 7L

11M 19M 13L 13L 13L 13L 13L 13L

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	13	L	0.1										0.1		0
	11	M	0.7	0.8	1.0								2.5	0.8	9
	13	L				0.1	0.1	0.1	0.1				0.4	0.1	3
	13	M	0.1	0.1									0.2	0.1	5
	19	M	4.2										4.2	1.4	8
	7	H	12.0										12.0	4.0	14
	7	L	2.2										2.2	0.7	1
	7	M	8.5	12.1									20.6	6.9	11

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+550.00 AL KM 0+600.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 012 Área de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+550 Progresiva final: 00+600

Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ

Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:

m: 8.44 VRC: 32 PCI: 68 Bueno

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

7M 13L 7L 19M 11M

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	11	M	0.3										0.3	0.1	3
	13	H	0.2										0.2	0.1	19
	13	L		0.2									0.2	0.1	1
	19	M	1.3	2.2									3.5	1.2	8
	7	L	10.1										10.1	3.4	5
	7	M	49.4										49.4	16.5	18

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m)	Ancho (m)
50	6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	M	0.4	0.5	2.3								3.1	1.0	10
13	L		0.1									0.2	0.1	1
19	H	1.2										1.2	0.4	11
7	H	16.1										16.1	5.4	17
7	L	7.1	4.1									11.1	3.7	5
7	M	5.1										5.1	1.7	6

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m)	Ancho (m)
50	6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	1.2	2.3									3.5	1.2	20
11	M	0.5										0.5	0.2	4
13	H	0.6										0.6	0.2	25
7	H	1.1										1.1	0.4	7
7	M	1.5										1.5	0.5	4

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

13M

11H

13H

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	11	H	2.2										2.2	0.7	17
	13	H	0.1										0.1		16
	13	L	0.1										0.1		0
	13	M	0.2										0.2	0.1	4
	7	M	14.0										14.0	4.7	10

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

13L

11M

19M

7M

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	11	M	0.9										0.9	0.3	5
	13	L	0.2										0.2	0.1	1
	19	M	2.3										2.3	0.8	6
	7	M	13.3	19.2									32.5	10.8	14

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+800.00 AL KM 0+850.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 017 Área de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+800 Progresiva final: 00+850

Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ

Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:

m: 9.08 VRC: 16 PCI: 84 Muy Bueno

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama: Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	L	0.4										0.4	0.1	0
11	M	0.6	1.3									1.9	0.6	8
19	M	1.0	1.8									2.8	0.9	7
7	M	3.1	10.9	7.8								21.8	7.3	12

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: DEL KM 0+850.00 AL KM 0+900.00 Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 018 Área de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+850 Progresiva final: 00+900

Inspeccionado por: BACH. ELVIA RAMOS RUIZ

Fecha: 21/11/2022 Muestra adicional:

m: 7.61 VRC: 43 PCI: 57 Bueno

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama: Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	7.9										7.9	2.6	28
11	L	0.9										0.9	0.3	0
11	M	2.4	4.6									7.0	2.3	16
17	M	4.4										4.4	1.5	14
7	M	14.1	30.8									44.9	15.0	17

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	2.8	3.7	5.8								12.4	4.1	33
11	L	0.2										0.2	0.1	0
11	M	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	1.3				4.1	1.4	12
13	H	0.2	1.2	2.0								3.4	1.1	54
7	H	1.1										1.1	0.4	7
7	M	5.9										5.9	2.0	7

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	H	3.1	4.2									7.3	2.4	27
11	L	0.5										0.5	0.2	0
13	H	0.7										0.7	0.2	28
13	L	0.2	0.1									0.4	0.1	3
13	M	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4						1.5	0.5	20
7	H	10.5	12.0									22.5	7.5	20

ANEXO 05: Cálculo del valor deducido de cada falla obtenido del software EvalPav.

ÁREA A (m ²)	UNIDAD DE MUESTR A	PROGRESIV A INICIAL	PROGRESIV A FINAL	DAÑO	SEVERIDA D	TOTAL	DENSIDA D	VALOR DEDUCID O
300.0	1	00+000	00+050	11	M	1.4	0.5	6
300.0	1	00+000	00+050	7	M	13.4	4.5	10
300.0	1	00+000	00+050	7	L	4.2	1.4	3
300.0	1	00+000	00+050	7	H	2.2	0.7	8
300.0	1	00+000	00+050	19	M	0.2	0.1	4
300.0	1	00+000	00+050	13	L	0.2	0.1	1
300.0	1	00+000	00+050	9	M	0.9	0.3	4
300.0	2	00+050	00+100	7	L	23.3	7.8	4
300.0	2	00+050	00+100	13	M	0.3	0.1	6
300.0	2	00+050	00+100	13	L	0.1	0.0	0
300.0	3	00+100	00+150	7	M	0.6	0.2	4
300.0	3	00+100	00+150	11	L	7.0	2.3	4
300.0	4	00+150	00+200	9	L	12.5	4.2	3
300.0	4	00+150	00+200	7	M	0.5	0.2	4
300.0	4	00+150	00+200	7	L	0.9	0.3	0
300.0	4	00+150	00+200	7	H	5.0	1.7	9
300.0	5	00+200	00+250	7	M	1.2	0.4	4
300.0	5	00+200	00+250	13	L	0.1	0.0	0
300.0	6	00+250	00+300	9	L	3.7	1.2	2
300.0	6	00+250	00+300	7	M	3.4	1.1	5
300.0	6	00+250	00+300	13	L	0.1	0.0	0
300.0	6	00+250	00+300	11	M	0.7	0.3	4
300.0	7	00+300	00+350	7	M	5.2	1.7	6
300.0	7	00+300	00+350	7	L	4.4	1.5	3
300.0	7	00+300	00+350	19	M	0.9	0.3	5
300.0	7	00+300	00+350	13	L	0.9	0.3	8
300.0	7	00+300	00+350	11	M	0.5	0.2	4
300.0	7	00+300	00+350	11	L	0.2	0.1	0
300.0	7	00+300	00+350	11	H	65.5	21.9	69
300.0	8	00+350	00+400	7	M	10.4	3.5	9
300.0	8	00+350	00+400	7	H	43.6	14.5	28
300.0	8	00+350	00+400	13	M	0.4	0.2	8
300.0	8	00+350	00+400	13	L	0.5	0.2	4
300.0	8	00+350	00+400	13	H	0.6	0.2	25
300.0	8	00+350	00+400	11	M	3.3	1.1	11
300.0	8	00+350	00+400	11	L	10.1	3.4	6
300.0	8	00+350	00+400	11	H	6.6	2.2	26
300.0	9	00+400	00+450	7	H	92.8	30.9	38
300.0	9	00+400	00+450	13	M	0.2	0.1	4
300.0	9	00+400	00+450	13	H	1.4	0.5	39
300.0	9	00+400	00+450	11	M	4.0	1.3	12
300.0	9	00+400	00+450	11	H	4.5	1.5	22
300.0	10	00+450	00+500	7	M	60.6	20.2	20
300.0	10	00+450	00+500	19	M	5.1	1.7	9
300.0	10	00+450	00+500	13	M	0.7	0.2	11
300.0	10	00+450	00+500	13	L	0.7	0.2	6
300.0	10	00+450	00+500	11	M	4.7	1.6	13
300.0	10	00+450	00+500	11	L	1.6	0.5	1
300.0	10	00+450	00+500	11	H	3.5	1.2	20
300.0	11	00+500	00+550	7	M	20.6	6.9	11
300.0	11	00+500	00+550	7	L	2.2	0.7	1
300.0	11	00+500	00+550	7	H	12.0	4.0	14
300.0	11	00+500	00+550	19	M	4.2	1.4	8
300.0	11	00+500	00+550	13	M	0.2	0.1	5
300.0	11	00+500	00+550	13	L	0.4	0.1	3

ÁREA A (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIV A INICIAL	PROGRESIV A FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
300.0	11	00+500	00+550	11	M	2.5	0.8	9
300.0	11	00+500	00+550	13	L	0.1	0.0	0
300.0	12	00+550	00+600	7	M	49.4	16.5	18
300.0	12	00+550	00+600	7	L	10.1	3.4	5
300.0	12	00+550	00+600	19	M	3.5	1.2	8
300.0	12	00+550	00+600	13	L	0.2	0.1	1
300.0	12	00+550	00+600	13	H	0.2	0.1	19
300.0	12	00+550	00+600	11	M	0.3	0.1	3
300.0	13	00+600	00+650	7	M	5.1	1.7	6
300.0	13	00+600	00+650	7	L	11.1	3.7	5
300.0	13	00+600	00+650	7	H	16.1	5.4	17
300.0	13	00+600	00+650	19	H	1.2	0.4	11
300.0	13	00+600	00+650	13	L	0.2	0.1	1
300.0	13	00+600	00+650	11	M	3.1	1.0	10
300.0	14	00+650	00+700	11	M	0.5	0.2	4
300.0	14	00+650	00+700	11	H	3.5	1.2	20
300.0	14	00+650	00+700	7	M	1.5	0.5	4
300.0	14	00+650	00+700	7	H	1.1	0.4	7
300.0	14	00+650	00+700	13	H	0.6	0.2	25
300.0	15	00+700	00+750	7	M	14.0	4.7	10
300.0	15	00+700	00+750	13	M	0.2	0.1	4
300.0	15	00+700	00+750	13	L	0.1	0.0	0
300.0	15	00+700	00+750	13	H	0.1	0.0	16
300.0	15	00+700	00+750	11	H	2.2	0.7	17
300.0	16	00+750	00+800	7	M	32.5	10.8	14
300.0	16	00+750	00+800	19	M	2.3	0.8	6
300.0	16	00+750	00+800	13	L	0.2	0.1	1
300.0	16	00+750	00+800	11	M	0.9	0.3	5
300.0	17	00+800	00+850	7	M	21.8	7.3	12
300.0	17	00+800	00+850	19	M	2.8	0.9	7
300.0	17	00+800	00+850	11	M	1.8	0.6	8
300.0	17	00+800	00+850	11	L	0.4	0.1	0
300.0	18	00+850	00+900	7	M	44.9	15.0	17
300.0	18	00+850	00+900	11	M	7.0	2.3	16
300.0	18	00+850	00+900	11	L	0.9	0.3	0
300.0	18	00+850	00+900	11	H	7.9	2.6	28
300.0	19	00+900	00+950	7	M	5.9	2.0	7
300.0	19	00+900	00+950	7	H	1.1	0.4	7
300.0	19	00+900	00+950	13	H	3.4	1.1	54
300.0	19	00+900	00+950	11	M	4.1	1.4	12
300.0	19	00+900	00+950	11	L	0.2	0.1	0
300.0	19	00+900	00+950	11	H	12.4	4.1	33
300.0	20	00+950	01+000	7	H	22.5	7.5	20
300.0	20	00+950	01+000	13	M	1.5	0.5	20
300.0	20	00+950	01+000	13	L	0.4	0.1	3
300.0	20	00+950	01+000	13	H	0.7	0.2	28
300.0	20	00+950	01+000	11	L	0.5	0.2	0
300.0	20	00+950	01+000	11	H	7.3	2.4	27

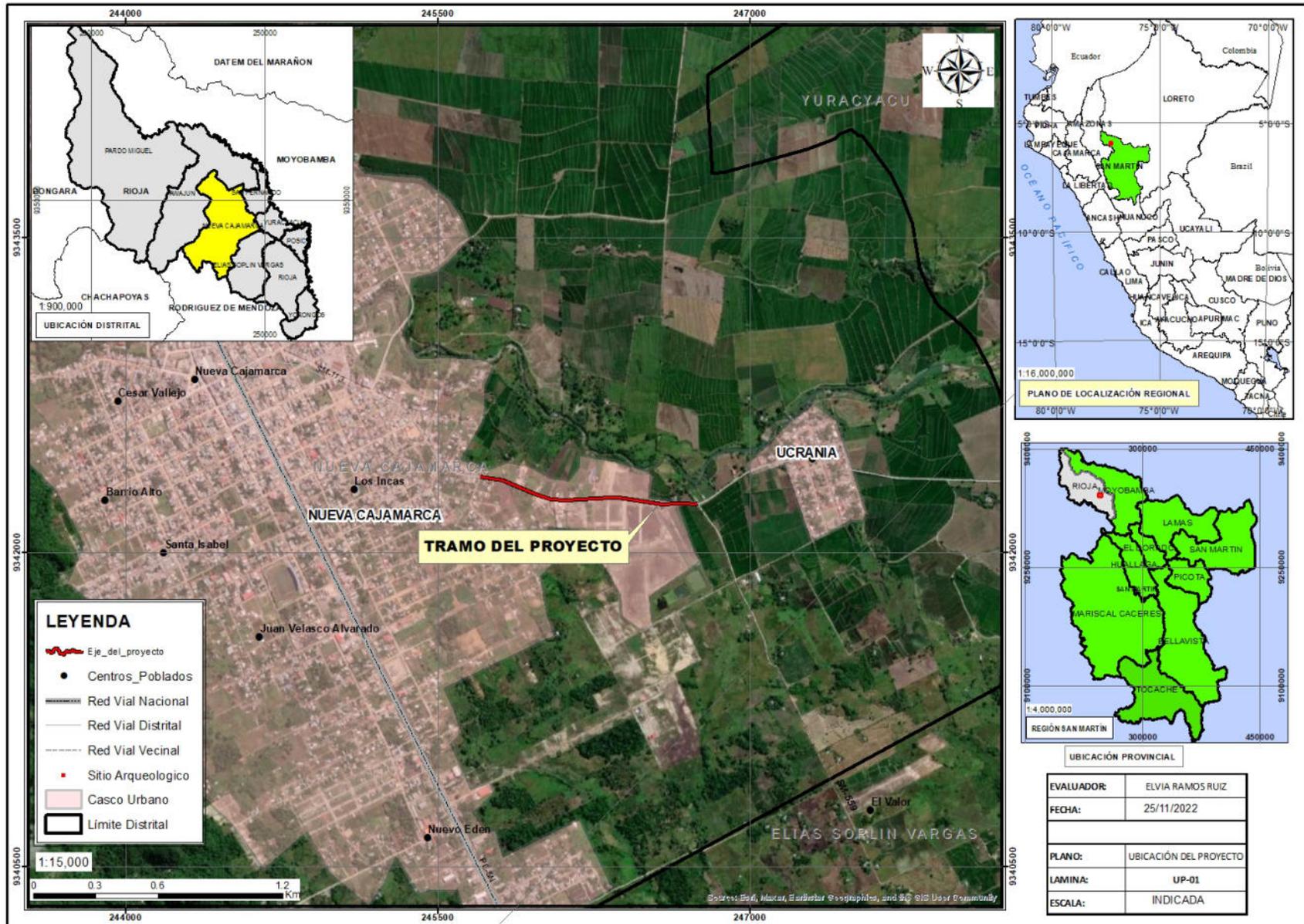
Nota: Elaboración propia.

ANEXO 06: *Calculo del Valor PCI y Clasificación del Estado de la Infraestructura Vial.*

Unidad de Muestra	Progresiva Inicial	Progresiva Final	m	VRC	PCI	Clasificación
1	00+000	00+050	9.3	21	79	Muy Bueno
2	00+050	00+100	9.6	8	92	Excelente
3	00+100	00+150	9.8	6	94	Excelente
4	00+150	00+200	9.4	13	87	Excelente
5	00+200	00+250	9.3	12	88	Excelente
6	00+250	00+300	9.7	9	91	Excelente
7	00+300	00+350	3.8	75	25	Pobre
8	00+350	00+400	7.6	57	43	Regular
9	00+400	00+450	6.6	65	35	Pobre
10	00+450	00+500	8.4	39	61	Bueno
11	00+500	00+550	8.9	25	75	Muy Bueno
12	00+550	00+600	8.4	32	68	Bueno
13	00+600	00+650	8.6	26	74	Muy Bueno
14	00+650	00+700	7.9	38	62	Bueno
15	00+700	00+750	8.6	28	72	Muy Bueno
16	00+750	00+800	8.9	19	81	Muy Bueno
17	00+800	00+850	9.1	16	84	Muy Bueno
18	00+850	00+900	7.6	43	57	Bueno
19	00+900	00+950	5.2	68	32	Pobre
20	00+950	01+000	7.6	55	45	Regular

Nota: Elaboración propia.

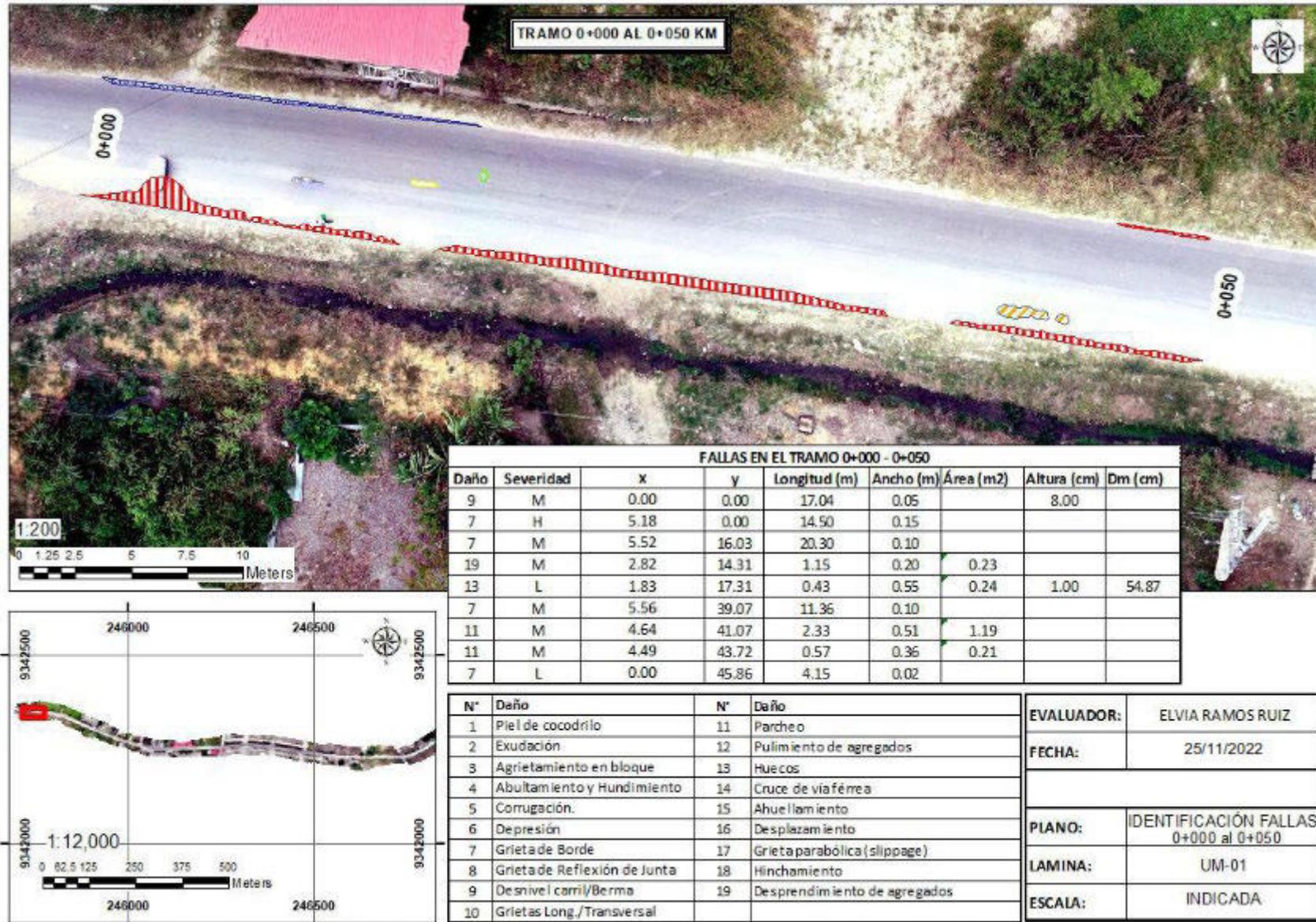
ANEXO 07: Plano de Ubicación.



ANEXO 08: Plano General del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ucrania- Nueva Cajamarca.



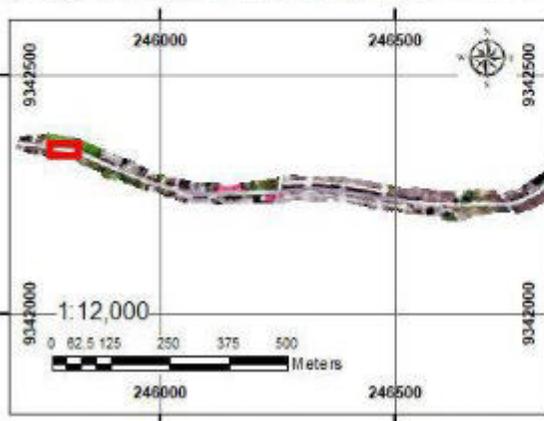
ANEXO 09: Planos de fallas por cada unidad de Muestra.





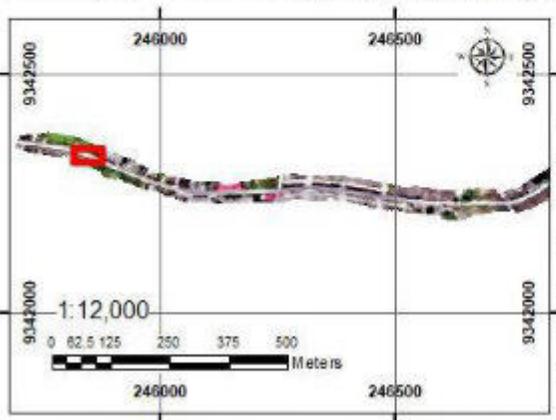
FALLAS EN EL TRAMO 0+050 - 0+100

Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
7	L	5.54	0.20	11.28				
13	M	3.34	9.04			0.27	5.00	58.97
13	L	1.67	9.95			0.12	2.00	38.75
7	L	5.79	29.10	6.45				
7	L	0.10	35.95	5.56				



1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

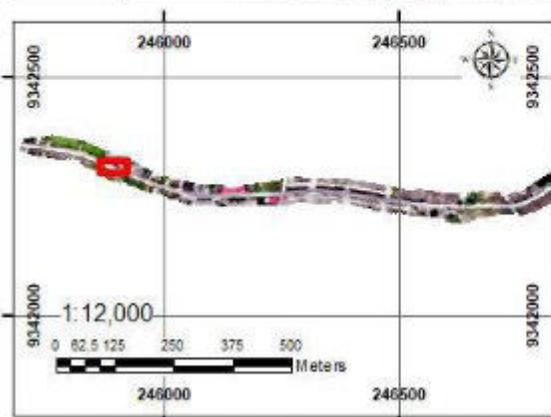
EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+050 al 0+100
LAMINA:	UM-02
ESCALA:	INDICADA



FALLAS EN EL TRAMO 0+100 - 0+150								
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Altura (cm)	Dm (cm)
7	M	5.75	2.22	6.41				
11	L	0.00	40.39	2.77	2.54	7.03		
10	L	0.78	43.15	4.24				

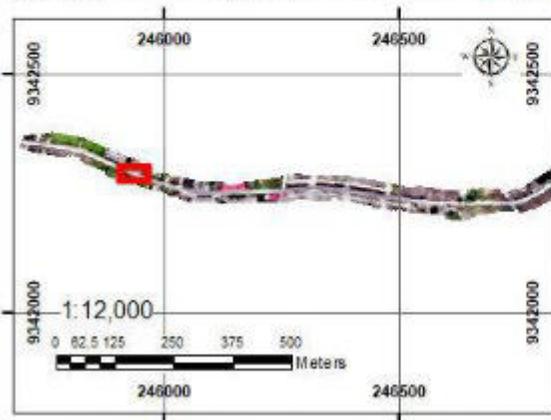
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+100 al 0+150
LAMINA:	UM-03
ESCALA:	INDICADA



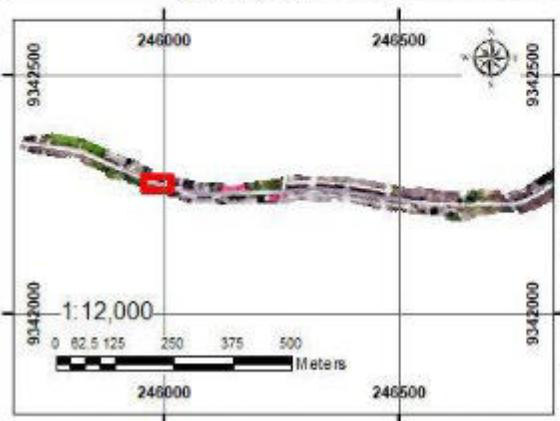
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+150 al 0+200
LAMINA:	UM-04
ESCALA:	INDICADA



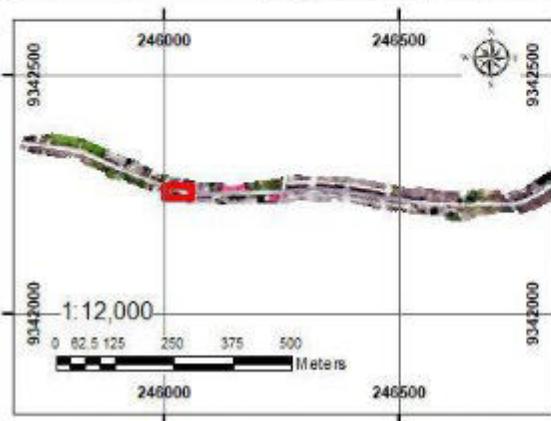
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+200 al 0+250
LAMINA:	UM-05
ESCALA:	INDICADA

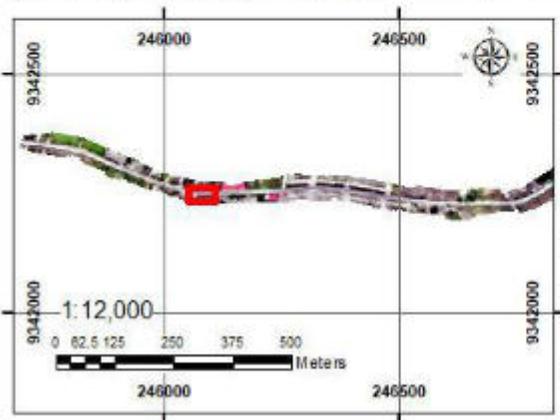


N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+250 al 0+300
LAMINA:	UM-06
ESCALA:	INDICADA

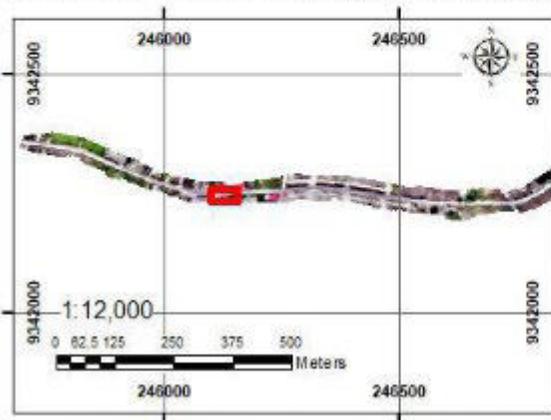
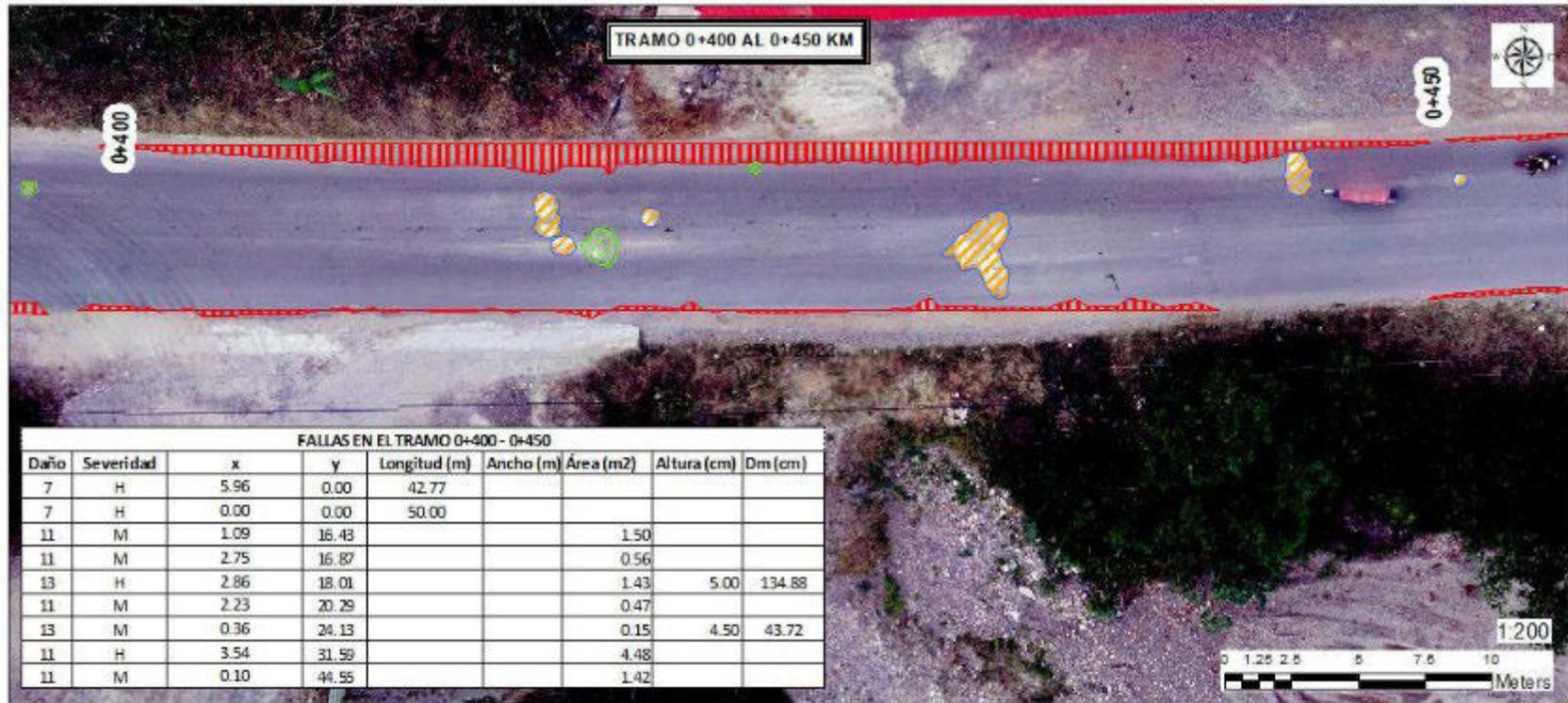


N°	Daño	N°	Daño	EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	FECHA:	25/11/2022
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+300 al 0+350
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de vía férrea	LAMINA:	UM-07
5	Corrugación	15	Ahuellamiento	ESCALA:	INDICADA
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados		
10	Grietas Long./Transversal				



N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+350 al 0+400
LAMINA:	UM-08
ESCALA:	INDICADA

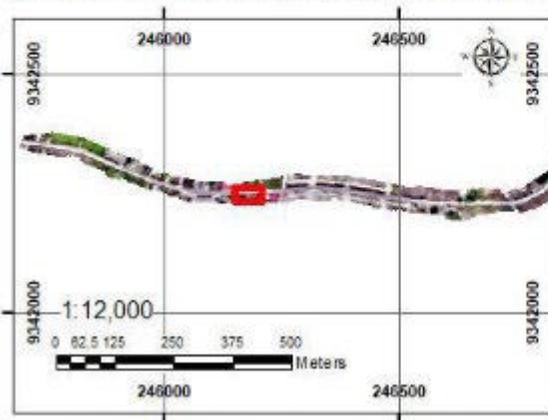


N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+400 al 0+450
LAMINA:	UM-09
ESCALA:	INDICADA



FALLAS EN EL TRAMO 0+450 - 0+500							
Daño	Severidad	x	y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Abera (cm) (Dn (cm))
11	M	1.49	0.86			0.23	
7	M	5.79	0.30	37.06			
7	M	0.25	0.00	15.94			
13	L	3.03	8.40			0.10	2.00 43.61
13	M	3.21	1.30			0.15	2.50 48.98
13	M	4.26	11.81			0.24	3.00 55.45
11	L	2.72	13.62			0.44	
11	M	4.83	14.58			0.74	
11	H	2.61	15.06			3.51	
13	L	3.29	17.30			0.10	1.00 35.44
11	M	3.12	18.02			2.28	
13	M	3.02	21.23			0.27	3.50 58.24
13	L	3.25	22.00			0.15	2.00 43.19
13	L	3.14	23.18			0.07	2.00 29.03
11	L	3.46	31.22			0.51	
11	L	1.08	33.25			0.20	
19	M	2.66	32.40			5.13	
11	M	3.02	39.58			0.42	
11	M	4.26	40.95			0.37	
13	L	2.88	40.92			0.14	1.00 41.51
11	L	3.27	54.80			0.43	
7	M	5.54	61.49	4.12			
7	M	5.60	46.81	3.49			
13	L	2.94	48.09			0.08	0.05 34.03
11	M	3.18	48.43			0.09	



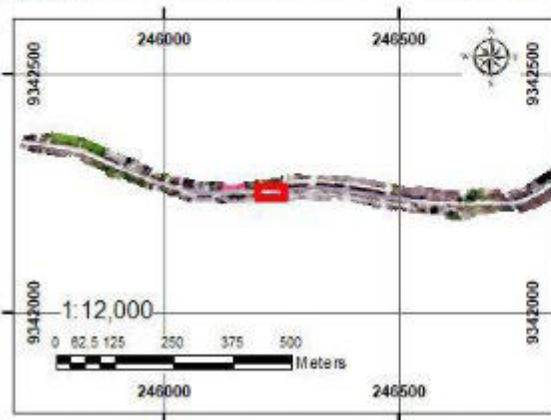
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carriil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+450 al 0+500
LAMINA:	UM-10
ESCALA:	INDICADA



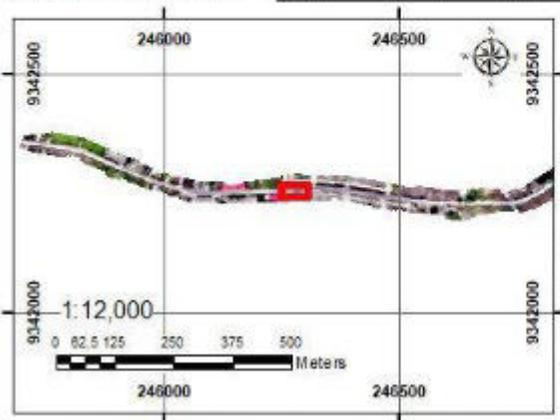
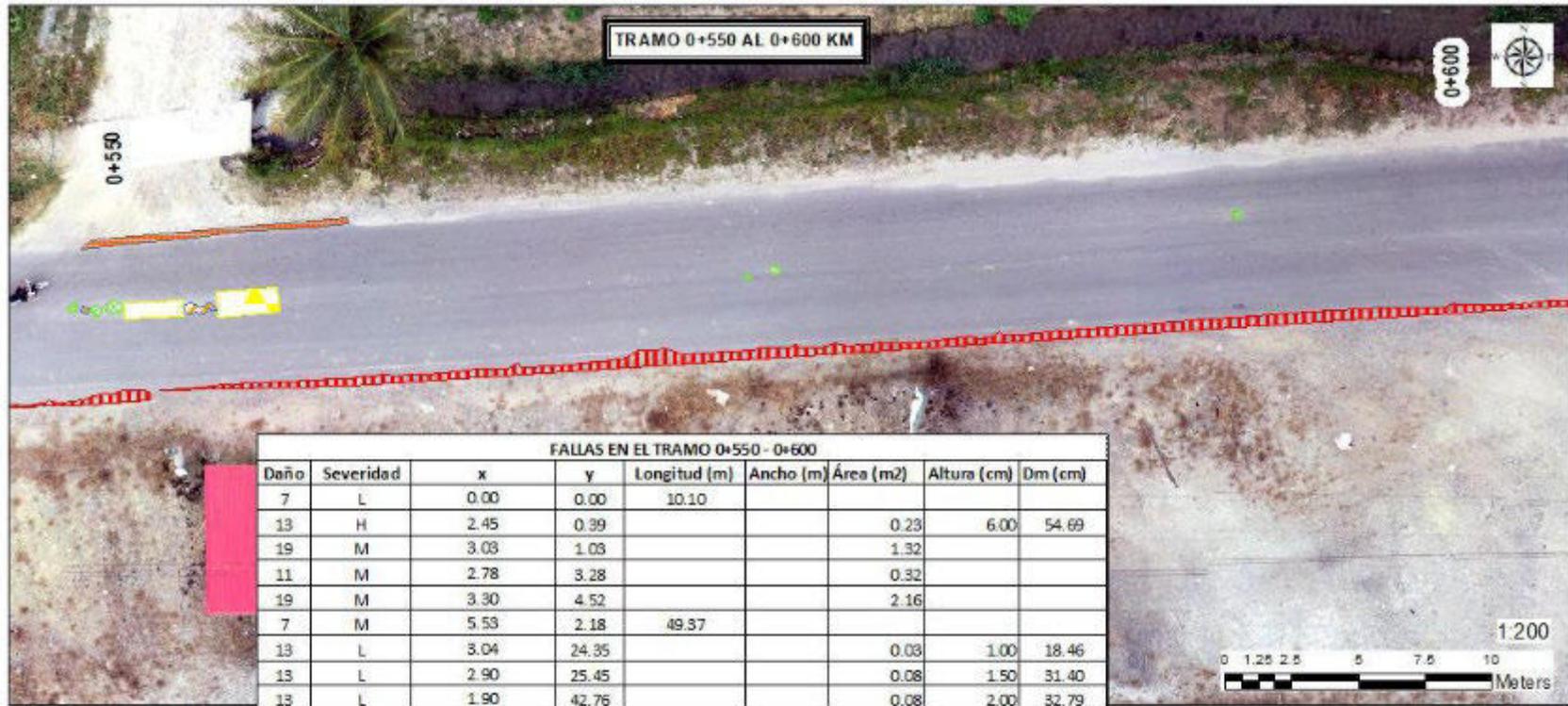
FALLAS EN EL TRAMO 0+500 - 0+550

Daño	Severidad	X	Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Altura (cm)	Dm (cm)
7	M	5.00	0.10	8.52				
13	L	2.96	2.78			0.02	0.50	17.46
13	L	2.10	2.77			0.05	0.80	26.16
13	L	2.60	3.26			0.09	1.00	33.63
13	L	1.05	2.93			0.14	4.00	42.40
15	L	2.99	7.80			0.07	1.00	30.42
11	M	3.27	9.13			0.73		
7	M	0.00	10.78	12.32				
13	L	9.38	14.65			0.01	1.20	12.91
13	L	2.84	18.80			0.03	1.00	17.92
11	M	9.19	19.73			0.77		
19	M	2.88	21.02			4.20		
11	M	2.62	28.05			0.99		
7	L	5.26	34.80	2.17				
7	H	5.17	39.75	11.97				
13	M	2.80	49.00			0.09	4.00	34.22
11	L	2.34	48.42			0.06		
15	M	2.52	49.83			0.11	5.00	38.00



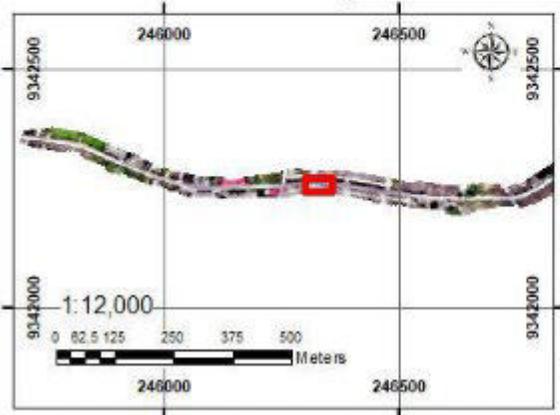
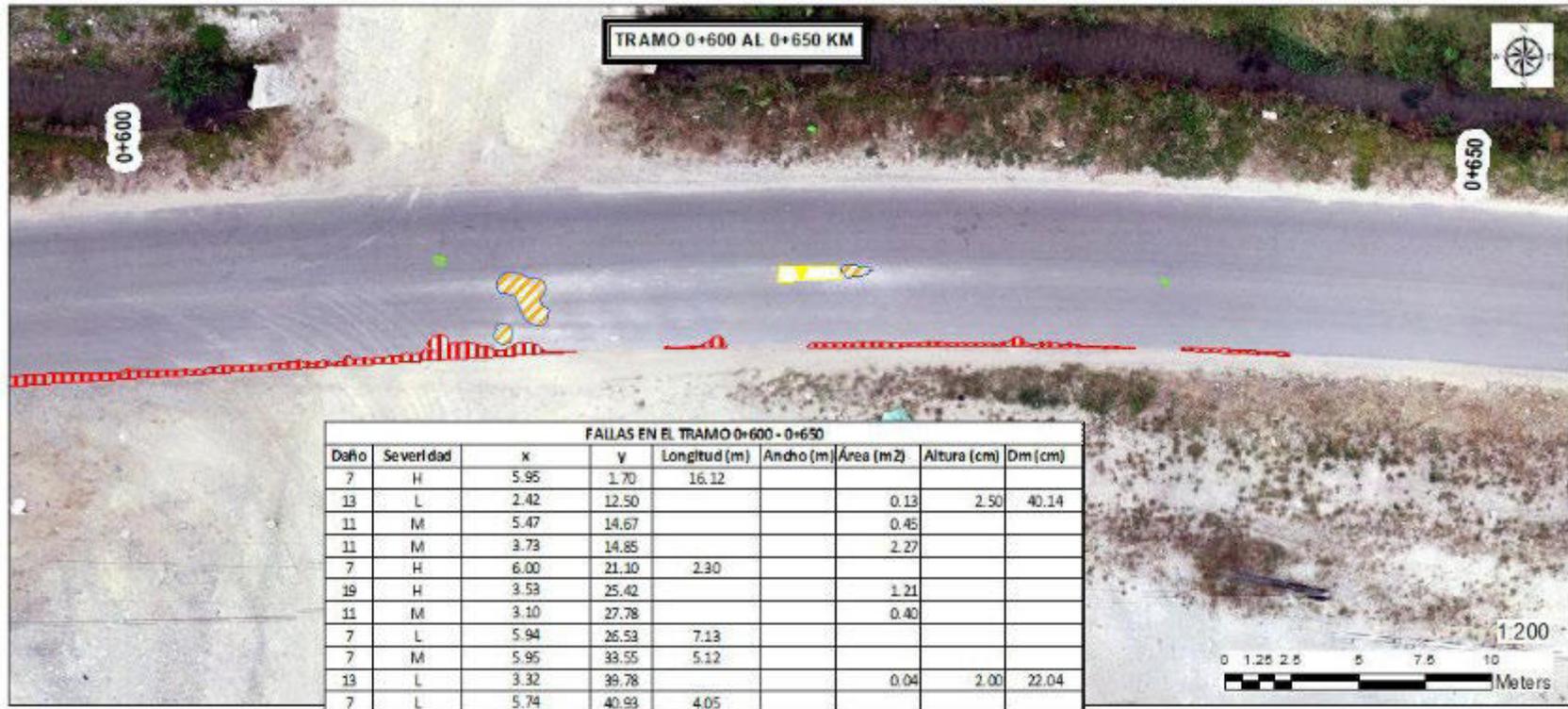
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+500 al 0+550
LAMINA:	UM-11
ESCALA:	INDICADA



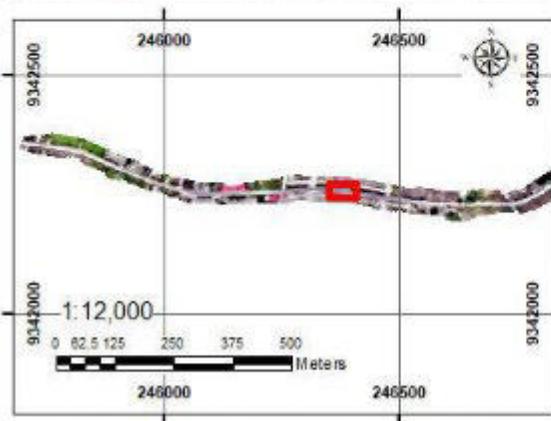
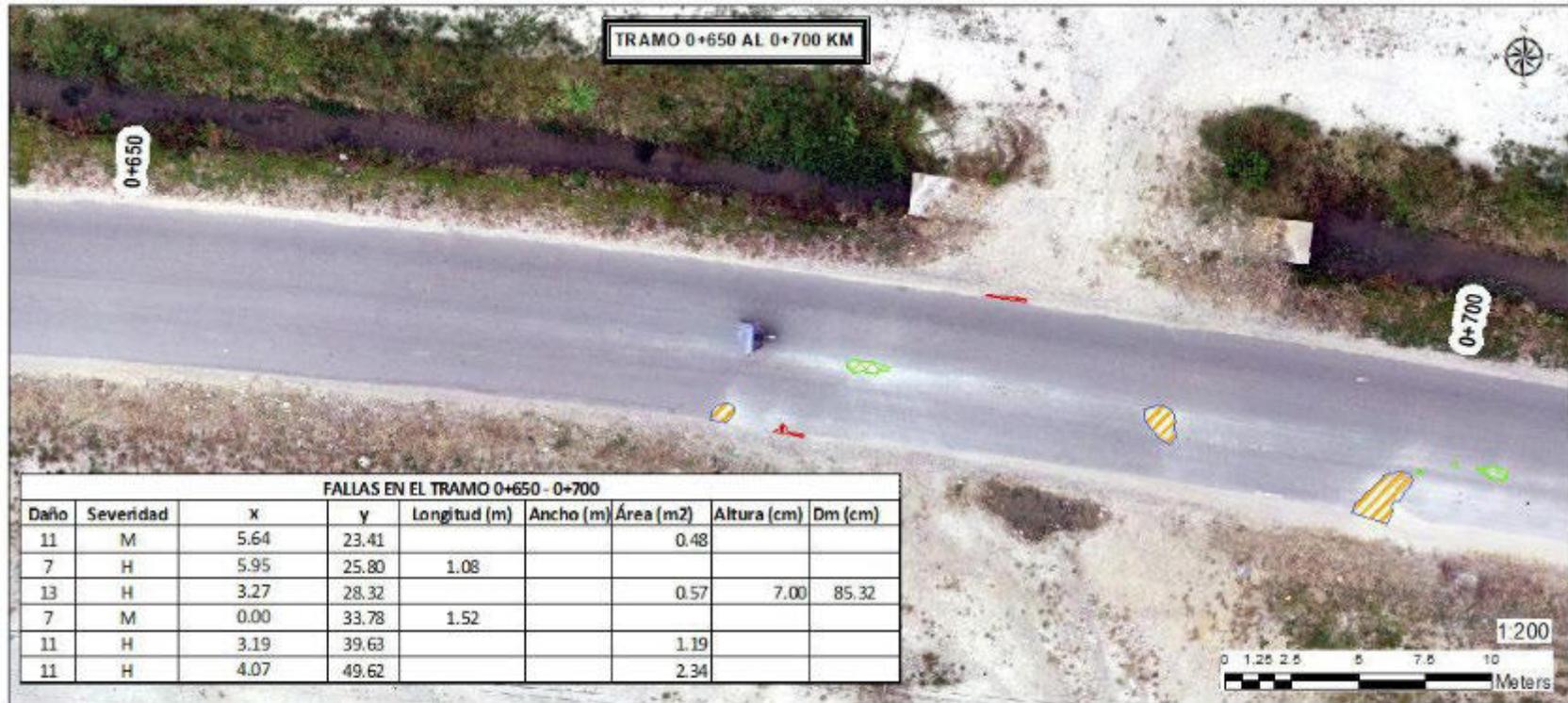
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+550 al 0+600
LAMINA:	UM-12
ESCALA:	INDICADA



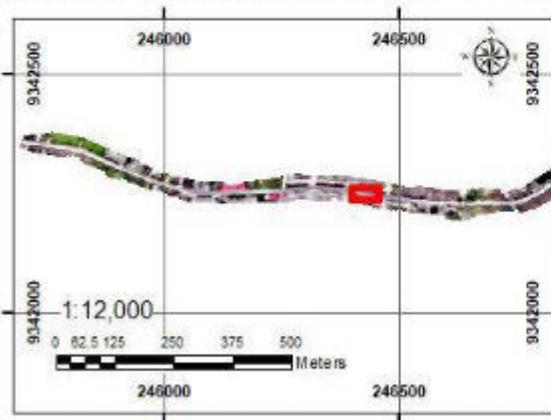
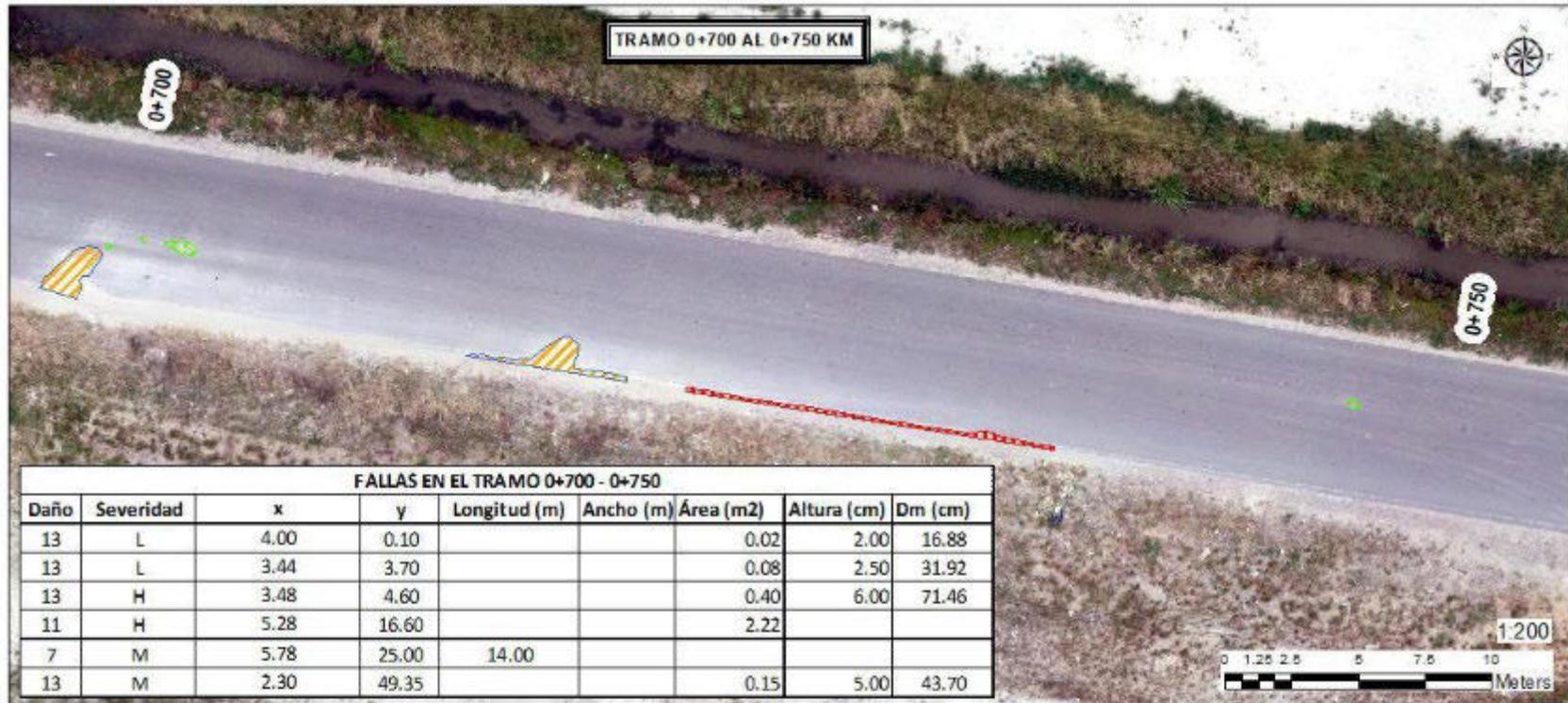
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+600 al 0+650
LAMINA:	UM-13
ESCALA:	INDICADA

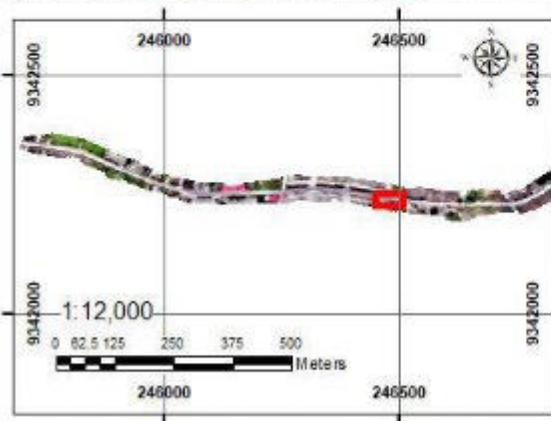
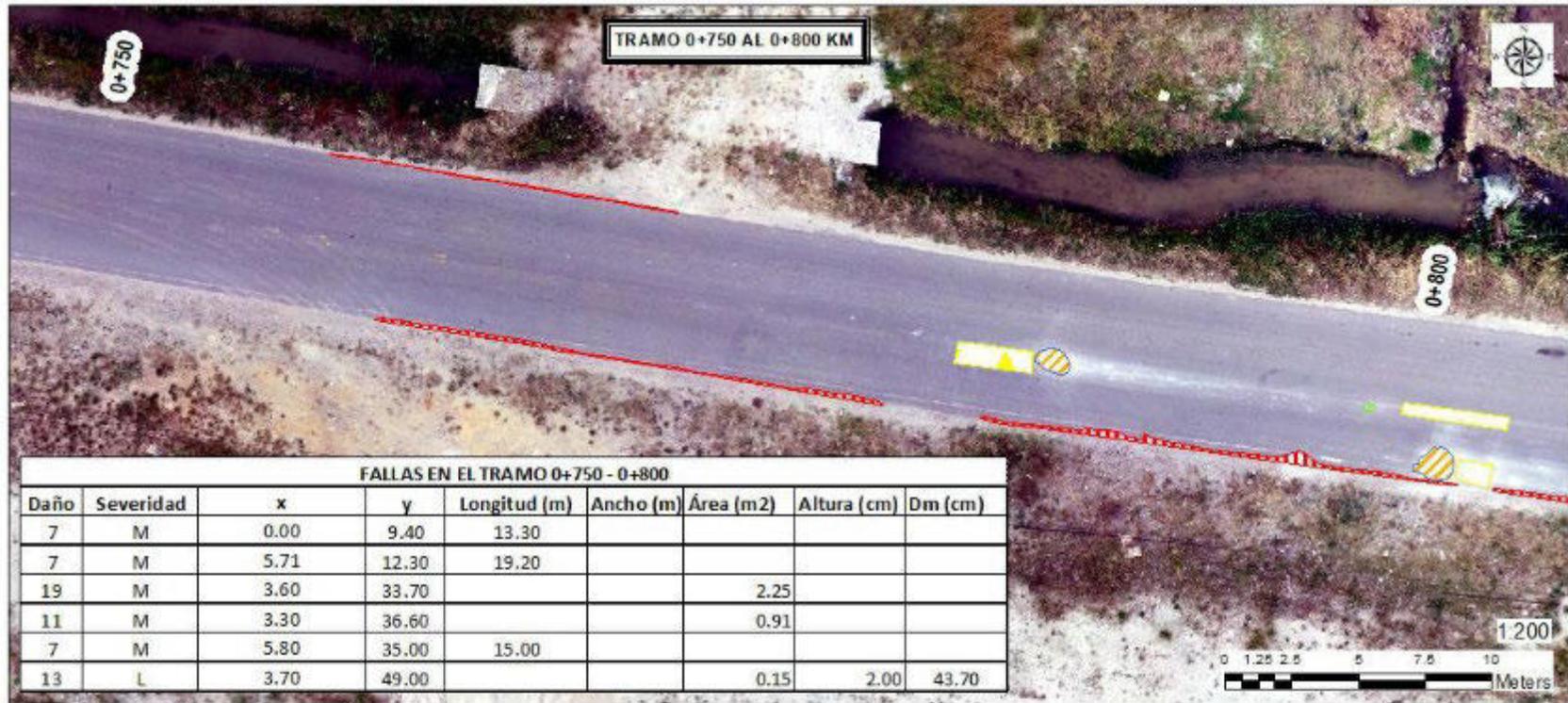


N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+650 al 0+700
LAMINA:	UM-14
ESCALA:	INDICADA

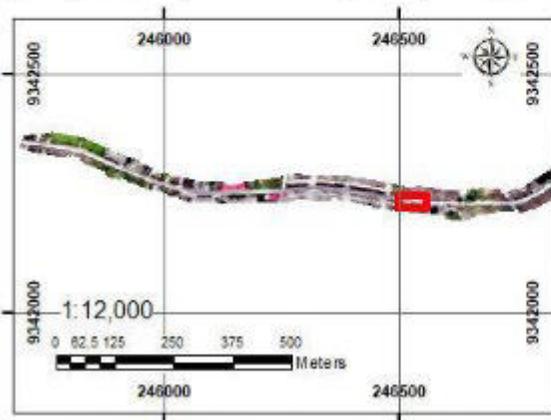


N°	Daño	N°	Daño	EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados	FECHA:	25/11/2022
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+700 al 0+750
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento	LAMINA:	UM-15
6	Depresión	16	Desplazamiento	ESCALA:	INDICADA
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados		
10	Grietas Long./Transversal				



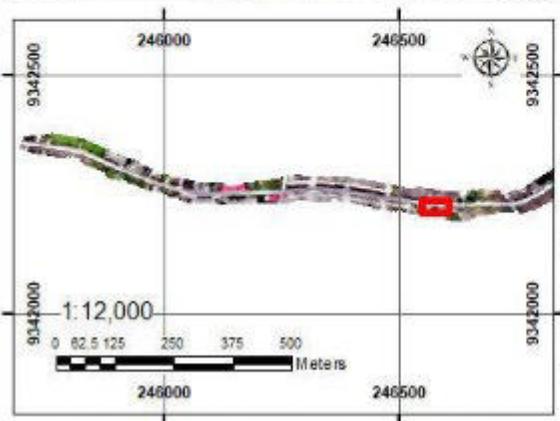
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+750 al 0+800
LAMINA:	UM-16
ESCALA:	INDICADA



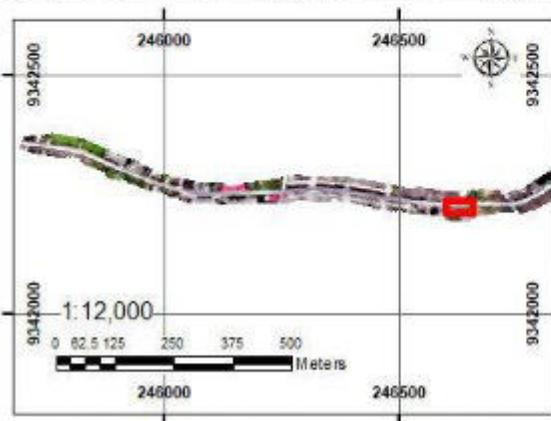
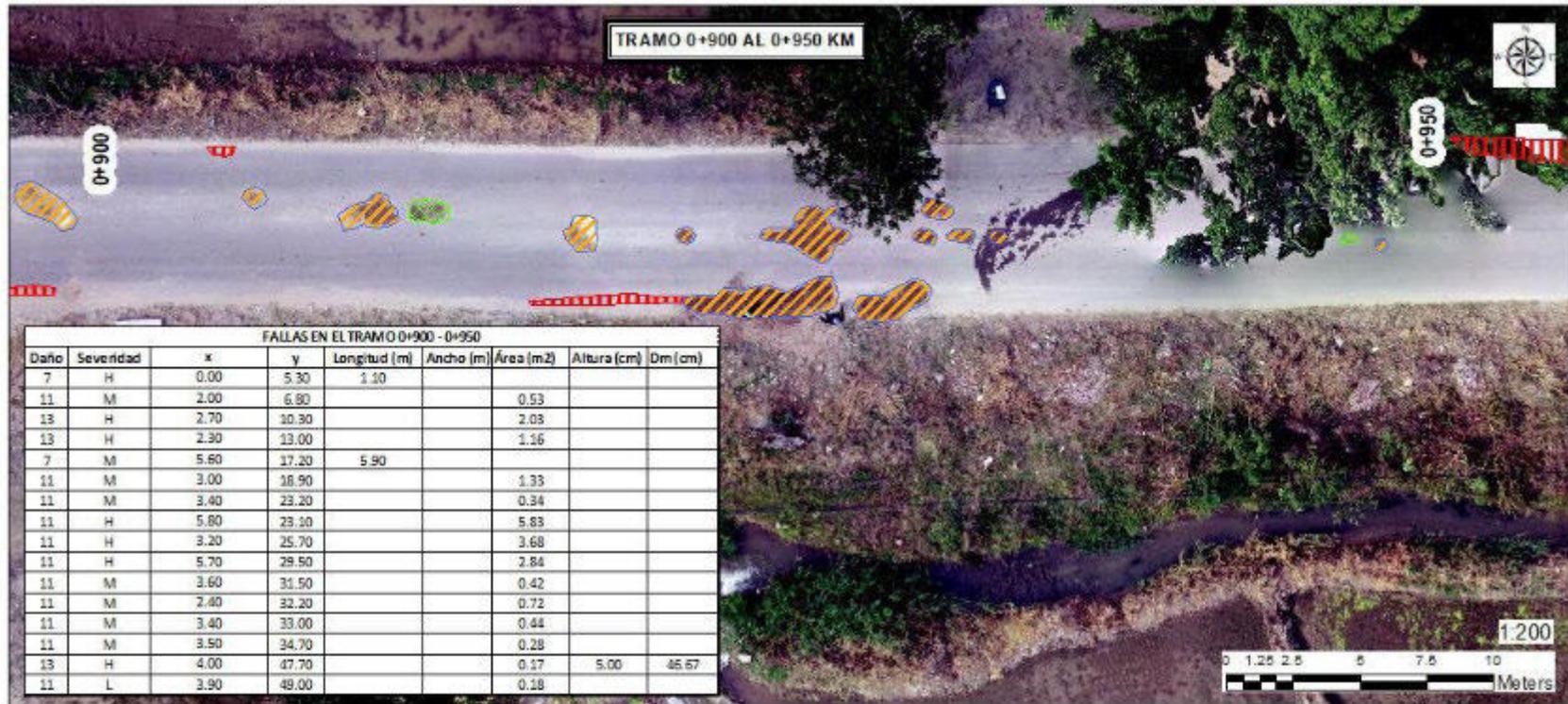
N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+800 al 0+850
LAMINA:	UM-17
ESCALA:	INDICADA

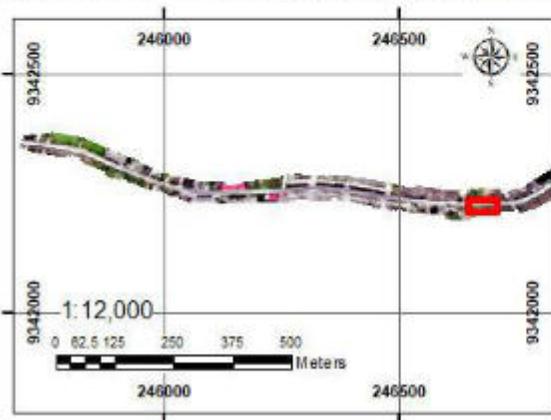
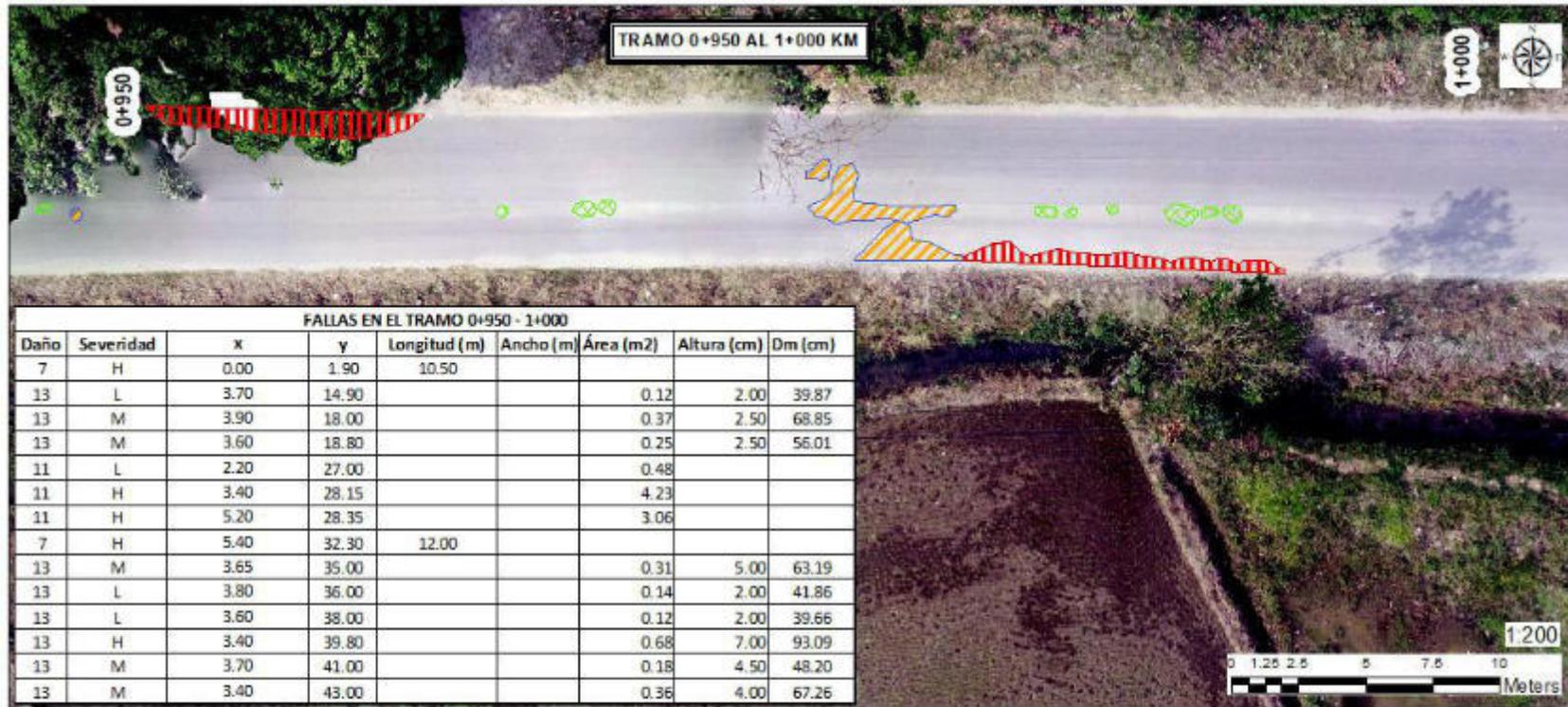


N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+850 al 0+900
LAMINA:	UM-18
ESCALA:	INDICADA



N°	Daño	N°	Daño	EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	FECHA:	25/11/2022
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+900 al 0+950
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea	LAMINA:	UM-19
5	Corrugación	15	Ahuellamiento	ESCALA:	INDICADA
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados		
10	Grietas Long./Transversal				



N°	Daño	N°	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamiento y Hundimiento	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de Reflexión de Junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel camil/Berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas Long./Transversal		

EVALUADOR:	ELVIA RAMOS RUIZ
FECHA:	25/11/2022
PLANO:	IDENTIFICACIÓN FALLAS 0+950 al 1+000
LAMINA:	UM-20
ESCALA:	INDICADA